

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y CIENCIAS SOCIALES AGRARIAS



Tesis Doctoral

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE MERCADO.
APLICACIÓN AL SECTOR DE LA PATATA

María BIELZA DÍAZ-CANEJA

2004

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS
Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias

Tesis Doctoral

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE MERCADO.
APLICACIÓN AL SECTOR DE LA PATATA

María BIELZA DÍAZ-CANEJA

Directores:

Dr. Alberto GARRIDO COLMENERO

Dr. José María SUMPSI VIÑAS

2004

A mis padres y hermanos

Agradecimientos

Todo el trabajo desarrollado en esta tesis es fruto, no sólo de un conjunto de ideas y de horas de trabajo, sino de la interacción de las aportaciones, trabajo e ilusión de un buen número de personas que directa o indirectamente han colaborado en el resultado de esta obra.

En primer lugar, he de mencionar a los directores de tesis. A Alberto, sobre todo por su trabajo, su estar ahí, día tras día, tras cada página, cada párrafo y cada letra de la tesis. Por su valiosa guía, apoyo y ánimos en todo momento. Por su colaboración, alegrándose en los momentos buenos, y sufriendo en los momentos malos. A José María, por su gran esfuerzo en estar cerca a pesar de las dificultades físicas de la distancia, por sus ideas, sugerencias y correcciones siempre geniales.

La realización de esta tesis ha sido posible gracias a la financiación de la beca para la realización del doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid. También he de agradecer a la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA) el haber podido trabajar en los proyectos de “Estudio de un Seguro de Rentas” lo cual me ha permitido ir conociendo el terreno real de los riesgos en el sector agrario en España y particularmente en el conocimiento de los seguros agrarios. Entre las personas de las que más he podido aprender en dicho trabajo podría citar a Fernando Burgaz, Vicente Forteza, Mar Pérez Morales, José Zorrilla, Juan Auz, etc. de ENESA, así como a Leandro Franco, Félix Novoa, etc. de Agroseguro. Igualmente agradezco al Ministerio de Agricultura su disponibilidad para buscarme información y dejarme revolver todos sus archivos, en particular a Javier Ulargui, Isabel Pérez Silva y José M^a Fernández del Pozo.

En tercer lugar, he de agradecer, por sus valiosísimas e insustituibles aportaciones teóricas y metodológicas, a todas aquellas personas que además me han acogido como a una más en sus centros de investigación, y me han dedicado tiempo y atención. Mencionaré a Bruce Babcock, por su acogida, y muy especialmente a Chad

Hart, de entre los miembros del *Center for Agricultural and Rural Development* (CARD) de la Universidad de Estado de Iowa. En el *Institute for Risk Management in Agriculture* (IRMA) de la Universidad de Wageningen, a Ruud Huirne y a muchos otros de sus miembros por su apertura y acogida, pero sobre todo a Miranda Meuwissen y a Marcel van Asseldonk, por su dedicación, tanto profesional como personal. Y ya en la fase final de la tesis, a los compañeros del *Institute National pour la Recherche Agronomique* (INRA) de Rennes, y más especialmente a Chantal Lemouel, por su generosidad y amistad, y a Olivier Mahul, a quien tanto debe esta tesis. No olvido a Martial Guinvarc'h, por compartir su trabajo conmigo.

Tampoco puedo olvidar a todos aquellos, cercanos o lejanos, que me han echado una mano cuando lo he necesitado, especialmente a Jesús Simón, M^a Teresa Iruretagoyena, Enedina Calatayud, Arturo Serrano, Luis Ambrosio, profesores del departamento, a Álvaro Rincón y Salomón, compañeros de la Escuela, a Emilio García Vesga, de la Cooperativa Rioja Alta, a Jon Jausoro de U.A.G. Alava, a Juan Corbalán de la Confederación de Cooperativas Agrarias de España.

Igualmente, esta tesis no hubiera sido lo mismo sin el ejemplo y modelo de todos aquellos que han compartido conmigo los sufrimientos y alegrías de una tesis, en particular de Javier Calatrava, Ignacio Atance y especialmente mi buena amiga Almudena, siempre disponible y paciente. Igualmente, agradezco que me hayan soportado con alegría todo aquellos que han compartido también el trabajo del día a día así como fantásticos ratos juntos, como Beatriz, Pablo, Nabil, Gabriela, Nuria, Salomón, M^a José, Damián, Mónica, Maya, Omar, Marta...

Por último agradezco a mi familia y amigos su paciencia y su apoyo, y a Maxence su comprensión y haber llenado de alegría los duros momentos finales de esta tesis.

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos	I
Índice de Cuadros.....	5
Índice de Gráficos y Figuras	II
Resumen.....	13
Summary.....	15
Capítulo 1: Introducción.....	17
Capítulo 2: Instrumentos de reducción de riesgos de mercado	25
2.1. Una aproximación a los riesgos de mercado.....	28
2.2 Estrategias de gestión de los riesgos de mercado	30
2.3 Comercialización a través de cooperativas.....	32
2.4 Los contratos a plazo.....	33
2.5 Contratos de futuros	35
2.6 Las opciones.....	37
2.7 El seguro	38
2.8 El autoseguro	40
2.9 Nuevas estrategias.....	41
2.10 Síntesis.....	42
Capítulo 3: Antecedentes bibliográficos referentes a la metodología	45
3.1 Las preferencias ante el riesgo.....	48
3.2 La modelización del riesgo en la optimización	51
3.3 Elección óptima de instrumentos de gestión del riesgo	57

3.4 La Simulación	65
3.5 Conclusiones	67
Capítulo 4: El Marco Analítico	69
4.1 Elección óptima de un instrumento: el seguro de precios.....	72
4.2 El caso general: la elección entre dos instrumentos con riesgo básico	78
4.3 La elección entre un contrato a plazo y un seguro de precios.....	87
4.4 Funcionamiento del contrato a plazo.....	99
Apéndices al capítulo 4- El Marco Analítico	111
Capítulo 5: Aplicación de los instrumentos de gestión de riesgos a la patata de media estación y tardía en España	123
5.1 La patata de media estación y tardía en España.....	126
5.2 Políticas y herramientas de gestión de riesgos de mercado de la patata actuales.....	141
5.3 Aplicación de las herramientas de gestión de riesgo analizadas	149
5.4 Papel del Estado	155
5.5 Síntesis.....	157
Apéndices al Capítulo 5: Aplicación de la gestión de riesgos a la patata de Media Estación y Tardía en España	159
Capítulo 6: Metodología y modelos empíricos	177
6.1 Los precios locales	180
6.2 Los precios de futuros.....	182
6.3 Las indemnizaciones del seguro	186
6.4 La estrategia de la cooperativa	189
6.5 Parámetros y supuestos del modelo	198
6.6 Las Simulaciones	203

Capítulo 7: Análisis de los resultados de la aplicación empírica	209
7.1 Resultados de la cooperativa.....	212
7.2 Elección óptima en el caso del seguro actual y acceso al mercado de futuros	223
7.3 Elección óptima en el caso del seguro actual y contrato a plazo con la cooperativa.....	228
7.4 Elección óptima en el caso de un contrato a plazo y un seguro individual con la transformación de Chavas y Holt (1990)	232
7.5 Elección óptima contrato a plazo / seguro con restricciones.....	237
7.6 Simulación.....	240
 Capítulo 8: Conclusiones	255
8.1 Conclusiones teóricas.....	259
8.2. Conclusiones que se derivan del análisis empírico.....	261
8.3. Implicaciones para la política agraria	266
8.4 Futuras líneas de investigación	268
 Bibliografía	271
 Anejo: Resultados de la Aplicación Empírica	283
A.1 Elección óptima en el caso de seguros con las subvenciones actuales y facilidad de acceso al mercado de futuros	285
A.2 Elección óptima en el caso de seguros con las subvenciones actuales y contrato a plazo	286
A.3 Elección óptima en el caso de un contrato a plazo y un seguro individual con la transformación de Chavas y Holt (1990)	287
A.4 Optimización con restricciones.....	290
A.5 Resultados de las simulaciones.....	294

Índice de Cuadros

Cuadro 2.1	Los riesgos de precios y las herramientas que ayudan a gestionarlos	31
Cuadro 3.1	Notación Seguro y Futuros	58
Cuadro 4.1	Notación general	73
Cuadro 4.2	Notación seguro de precios	74
Cuadro 4.3	Notación contrato de futuros y seguro de precios	79
Cuadro 4.4	Notación para el caso de dos mercados de futuros	85
Cuadro 4.5	Notación contrato a plazo y seguro	88
Cuadro 4.6	Riesgos del contrato a plazo y disposiciones a pagar asociadas del agricultor	107
Cuadro A4.1.I	Notación dos contratos de futuros I	112
Cuadro A4.1.II	Notación dos contratos de futuros II	113
Cuadro 5.1	Superficie y producción de patata en España	127
Cuadro 5.2	Medias y desviaciones típicas de los precios semanales por campañas (Septiembre a Febrero) (€/kg)	140
Cuadro 5.3	Algunos datos de cooperativas de patata en España	143
Cuadro A5.1	Márgenes y saldo según el precio de los futuros	172
Cuadro 6.1	Precios esperados, varianzas y covarianzas de las variables (€/kg).	198
Cuadro 6.2	Valores de h , $F(h)$, $f(h)$ y K	199
Cuadro 6.3	Parámetros (media, varianza y covarianzas) de las indemnizaciones empleando el método de Chavas y Holt (1990), y a partir de simulación directa	199
Cuadro 6.4	Datos de la explotación tipo	200
Cuadro 6.5	Precio garantizado, prima y subvención de la componente “precios” del seguro de ingresos vigente (€/kg)	201

Cuadro 6.6	Matriz de correlaciones de los precios locales con los precios índices del seguro	206
Cuadro 7.1	Ganancia de la cooperativa derivada de operar en el mercado de futuros (€/kg.)	213
Cuadro 7.2	Resultados de la cooperativa derivados de la compra a plazo (€/kg.)	214
Cuadro 7.3	Resultados de la cooperativa del contrato a plazo y futuros (€/kg)	215
Cuadro 7.4	Intereses medios pagados (\bar{r} y \bar{r}'') y costes totales (R y R'') de la cooperativa (€/kg)	216
Cuadro 7.5	Coste de futuros y equivalente cierto ligado a la reducción de riesgo de los futuros (€/kg)	217
Cuadro 7.6	Disposición a pagar de los agricultores (€/kg)	218
Cuadro 7.7	Recargos de la cooperativa a emplear en la aplicación empírica (€/kg)	218
Cuadro 7.8	Recargos de la cooperativa en el caso “ideal” (€/kg)	219
Cuadro 7.9	Coste de operar en el mercado de futuros y recargo ligado a la reducción de riesgo de los futuros (€/kg)	220
Cuadro 7.10	Disposición a pagar de los agricultores en el caso ideal (€/kg)	221
Cuadro 7.11	Elección óptima del agricultor “futuros /seguro sin subvención” (%)	224
Cuadro 7.12	Varianzas de futuros e indemnizaciones (€/kg)	225
Cuadro 7.13	Coeficientes de correlación de futuros e indemnizaciones	226
Cuadro 7.14	Elección óptima “futuros /seguro con subvención actual” para todos los niveles de aversión al riesgo (%)	226
Cuadro 7.15	Beneficios netos esperados de futuros y seguro (€/kg)	227
Cuadro 7.16	Elección óptima del agricultor “futuros /seguro sin subvención” (%)	229
Cuadro 7.17	Elección óptima “contrato a plazo /seguro con subvención actual” (%)	230
Cuadro 7.18	Beneficios netos esperados de futuros y seguro (€/kg)	230

Cuadro 7.19	Elección óptima del agricultor “contrato a plazo /seguro individual sin subvención” (%) para todos los niveles de aversión al riesgo	233
Cuadro 7.20	Beneficios netos esperados de futuros y seguro (€/kg)	233
Cuadro 7.21	Elección óptima del agricultor “contrato a plazo /seguro individual con subvención actual” (%)	234
Cuadro 7.22	Elección óptima del agricultor “contrato a plazo /seguro individual sin subvención” (%) para todos los niveles de aversión al riesgo	235
Cuadro 7.23	Elección óptima “contrato a plazo /seguro individual con subvención actual” (%)	236
Cuadro 7.32	Solución óptima “contrato a plazo/seguro” con restricciones y con subvención $S_{FC}=S_I=0,003$	239
Cuadro 7.33	Valores de λ para el caso de “contrato a plazo /seguro” con subvención única $S_{FC}=S_I=0,003$	239
Cuadro 7.34	Simulación E-1: Contrato a plazo /seguro sin subvenciones ($a=0,5$) (€)	241
Cuadro 7.35	Simulación E-2: Seguro subvencionado ($a=0,5$)	242
Cuadro 7.36	Simulación E-3: contrato a plazo /seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($a=0,5$) (€)	243
Cuadro 7.37	Simulación E-3: Contrato a plazo / seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($a=2$) (€)	243
Cuadro 7.38	Simulación E-2: únicamente se ofrece un seguro subvencionado ($a=2$) (€)	252
Cuadro 7.39	Simulación Media-Varianza E-2: únicamente se ofrece un seguro subvencionado ($a=2$) (€)	252
Cuadro A7.1	Elección óptima “futuros / seguro” sin subvención (ϕ en tanto por uno)	285
Cuadro A7.2	Elección óptima “futuros / seguro” con subvención (ϕ en tanto por uno)	285

Cuadro A7.3	Elección óptima “contrato a plazo / seguro sin subvención” (ϕ en tanto por uno)	286
Cuadro A7.4	Elección óptima “contrato a plazo / seguro con subvención actual” (ϕ en tanto por uno)	286
Cuadro A7.5	Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual” sin subvención (ϕ en tanto por uno)	287
Cuadro A7.6	Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual” con subvención (ϕ en tanto por uno)	288
Cuadro A7.7	Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual sin subvención” (ϕ en tanto por uno)	288
Cuadro A7.8	Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual con subvención” (ϕ en tanto por uno)	289
Cuadro A7.9	Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda=0$, $\phi_{FC}=0$ (ϕ en tanto por uno)	290
Cuadro A7.10	Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda=0$, $\phi_I=0$ (ϕ en tanto por uno)	291
Cuadro A7.11	Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda=0$ (ϕ en tanto por uno)	291
Cuadro A7.12	Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda>0$, $\phi_{FC}=0$ (ϕ en tanto por uno)	292
Cuadro A7.13	Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda>0$, $\phi_I=0$ (ϕ en tanto por uno)	292
Cuadro A7.14	Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$ y $\lambda>0$ (ϕ en tanto por uno).	292
Cuadro A7.15	Equivalente cierto para el punto crítico $\mu_2=0$ y $\phi_{FC}=0$, $\phi_I=1$ y $S_{FC}=S_I=0,003$	293
Cuadro A7.16	Equivalente cierto para el punto crítico $\mu_1=0$ y $\phi_I=0$, $\phi_{FC}=1$ y $S_{FC}=S_I=0,003$	293
Cuadro A7.17	Simulación Media-Varianza E-I: contrato a plazo / seguro sin subvenciones ($\alpha=0,5$) (€)	294

Cuadro A7.18	Simulación Media-Varianza E-1: contrato a plazo / seguro sin subvenciones ($\alpha=2$) (€)	294
Cuadro A7.19	Simulación Media-Varianza E-2: seguro subvencionado ($\alpha=0,5$) (€)	295
Cuadro A7.20	Simulación Media-Varianza E-2: seguro subvencionado ($\alpha=2$) (€)	295
Cuadro A7.21	Simulación Media-Varianza E-3: contrato a plazo / seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($\alpha=0,5$) (€)	296
Cuadro A7.22	Simulación Media-Varianza E-3: contrato a plazo / seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($\alpha=2$) (€)	296

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 5.1	Canales de comercialización tradicionales de la patata de media estación y tardía	130
Gráfico 4.1	Rango de valores de K y $F(h)$	94
Gráfico 5.1	Superficies y producciones de patata de media estación y tardía	128
Gráfico 5.2	Rendimientos de patata	129
Gráfico 5.3	Importaciones e importaciones netas de patata 1980-2000	134
Gráfico 5.4	Precios de la patata de media estación y tardía 1977-2000 (Euros constantes / 100 kg. deflactados con el IPC)	135
Gráfico 5.5	Precios semanales de patata de media estación y tardía de las principales zonas productoras (Galicia, Álava, Castilla y León y La Rioja) (Euros constantes /100 kg)	136
Gráfico 5.6	Precios semanales 1991-2002 empleados en la aplicación empírica	139
Gráfico 5.7	Precios de los futuros (abril) del mercado de futuros de Amsterdam	148
Gráfico 7.1	Ganancias medias del contrato a plazo (R_{FC}), cobertura con futuros (R_F) y combinación de ambos sistemas ($R_{FC''}$)	222
Gráfico 7.2	Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Jaerla ($\alpha = 0,5$)	246
Gráfico 7.3	Función de Distribución Probabilidad Acumulada Valladolid-Marfona ($\alpha = 0,5$)	246
Gráfico 7.4	Función de Distribución Probabilidad Acumulada Valladolid-Desirée ($\alpha = 0,5$)	247
Gráfico 7.5	Función de Distribución de Probabilidad Acumulada La Rioja-Tardía ($\alpha = 0,5$)	247

Gráfico 7.6	Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Jaerla ($a = 2$)	248
Gráfico 7.7	Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Marfona ($a = 2$)	248
Gráfico 7.8	Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Desirée ($a = 2$)	249
Gráfico 7.9	Función de Distribución de Probabilidad Acumulada La Rioja-Tardía ($a = 2$)	249

Resumen

Esta tesis parte de la constatación de dos realidades relevantes para muchas explotaciones agrarias. La primera es el elevado riesgo de mercado que deben soportar los agricultores con ciertas orientaciones productivas. La otra realidad consiste en la emergente importancia de nuevos instrumentos de gestión de riesgos de precios. Además de los contratos de venta a plazo y la comercialización a través de las cooperativas, en muchos países se están implementando los mercados de derivados (futuros y opciones) y los seguros de rentas. En España, el seguro de rentas de patata ya está disponible para productores de cinco provincias desde 2003.

El principal objetivo de esta tesis es estudiar el potencial de reducción de riesgos de mercado de distintas combinaciones de instrumentos de gestión de riesgos, tales como el seguro de precios, los mercados de futuros y los contratos de venta a plazo. Otros objetivos específicos son, en primer lugar, analizar la elección óptima de un productor individual entre distintos instrumentos de gestión de riesgos de precios. En segundo lugar, establecer las posibilidades de una cooperativa u otra entidad asociativa para asegurar a los productores agrarios un precio de campaña. Y, por último, investigar cualitativa y cuantitativamente los efectos de las distintas combinaciones de instrumentos sobre los resultados económicos del productor individual y, en los casos que proceda, de la cooperativa.

En la tesis se formulan una familia de modelos teóricos con el objetivo de analizar la elección óptima de diversos instrumentos de gestión del riesgo de precios por parte de un productor que maximiza su equivalente cierto. Se estudian específicamente instrumentos como los contratos de futuros, los seguros de precios, y los contratos de venta a plazo. El problema de la cooperativa, en el supuesto de que ofrezca a sus productores un precio fijo de compra, se estudia analizando el riesgo asumido, empleando dos formas alternativas de cubrirlo, a saber, el recurso a los mercados de futuros y el autoseguro con recurso al sistema crediticio. De este modo se obtienen las expresiones que definen los recargos que debería cargar la cooperativa por el contrato a plazo, y posteriormente se obtienen las expresiones de los recargos que los productores estarían dispuestos a pagar por el servicio prestado por la cooperativa.

Los resultados teóricos son aplicados al caso de la patata tardía y de media estación en España. Como fuentes de datos se emplean los precios en origen de un conjunto de variedades y provincias del Ministerio de Agricultura, y las cotizaciones del mercado de futuros de patata de Ámsterdam (Euronext.Liffe). La tesis desarrolla todo un enfoque metodológico al objeto de evaluar los costes reales y completos de cada instrumento de gestión del riesgo de mercado. Adicionalmente, se ha realizado una simulación Monte Carlo para expresar los resultados económicos de las combinaciones óptimas en forma de funciones de distribución y obtener otras medidas como el equivalente cierto o la eficiencia de las subvenciones.

Los resultados muestran que la elección óptima entre instrumentos alternativos por parte de un productor es dependiente de su aversión al riesgo, del coste medio y de las varianzas propias y covarianzas de los resultados económicos de cada instrumento. Se demuestra que los recargos que habría de cargar una cooperativa por un contrato a plazo a precio fijo es mucho menor con un fondo de autoseguro que acudiendo al mercado de futuros de Ámsterdam. Los contratos de futuro de patata de este mercado sólo resultarían atractivos para agricultores muy aversos al riesgo, y no para todas las variedades. Finalmente, se demuestra que la subvención actual del seguro de rentas determina de manera casi absoluta los instrumentos que un productor elegiría para protegerse contra el riesgo de mercado. Si no existiese la subvención actual, los productores se decantarían claramente por el contrato a plazo. Incluso con la subvención actual a las primas del seguro, algunos productores podrían preferir el contrato a plazo frente al seguro de rentas.

Se concluye que es preciso profundizar más en el papel que pueden desempeñar otros instrumentos de gestión del riesgo de precios, y aumentar el esfuerzo en formación entre gestores de cooperativas y agricultores para mejorar su capacidad de análisis de los riesgos de mercado. Sólo de este modo se podrá lograr que los instrumentos actualmente disponibles sean empleados con racionalidad y el máximo aprovechamiento.

Summary

This thesis is motivated by the realisation of two facts of certain relevance for many farm economies. The first one is the significant market risks suffered by farmers with certain cropping patterns. The other is the emerging importance of new market risk management tools. In addition to forward contracts and cooperatives' marketing services, derivatives (Futures and Options) markets and revenue insurance are increasingly being used and implemented in many countries. In Spain, revenue insurance is already available for potato growers in 5 provinces since 2003.

The thesis' main objective is to study the potential for reducing market risks of various combinations of risk management tools, including price insurance, futures markets and forward contracting. Other specific objectives are, first, to analyse the optimal choice of individual farmers amongst different price risk management tools. Secondly, it attempts to characterise the hypothetical role of a cooperative or other society that offers producers protection against the season's price drops. Lastly, it seeks to analyse the qualitative and quantitative effects of the different combinations of instruments on the economic results of the individual producer, and when it applies, of the cooperative.

A family of theoretical models is formulated with the aim of analysing the optimal choice of different price risk management tools by a producer maximising her certainty equivalent. The studied tools include futures contracts, price insurance and forward contracts. On the assumption that it provides its farmers with a fixed price for their products, the cooperative's problem is dealt by analysing and measuring the risk assumed in offering such risk reduction services. From this analysis we obtain the expressions defining the fee or "market commission" which the cooperative should charge farmers in return for forward contracts, so that the cooperative can cover the retained risk. We assume that the cooperative can make use of two alternative ways of hedging: the futures market and a combination of self-insurance and leveraging (loans). In addition, we calculate the expressions of the farmers' willingness to pay for this service provided by the cooperative.

Theoretical results are applied to the sector of mid-season and late potatoes in Spain. Data sources are farm-gate prices of a group of varieties and provinces, provided by the Ministry of Agriculture, and quotations of Amsterdam (Euronext.liffe) potato futures. The thesis develops a methodology to evaluate the actual costs of all market risk management tools. In addition, a Monte Carlo simulation is performed to recover the distribution functions of the benefits resulting from the optimal choice, as well as to obtain other parameters as the certainty equivalent or subsidies' efficiency.

Results show that the optimal choice amongst alternative tools by a producer depends on her risk aversion, on the tools' average costs and on the economic results' variances and covariances of the tools. The fee a cooperative should apply to a forward contract is shown to be much lower in the case of self-insurance and leveraging than in the case of hedging in the Amsterdam futures market. Potato futures contracts of this market would only seem attractive for very risk averse farmers, and not for all the potato varieties studied. Finally, it is also shown that revenue insurance subsidy is determinant in the choice of risk management tools a farmer would make to protect herself against market risks. If there were not a subsidy such as the one currently in place in Spain, farmers would likely prefer forward contracting rather than price insurance. Even in presence of current subsidies to insurance premia, some farmers could prefer forward contracting rather than revenue insurance.

As a conclusion, it is important to highlight the need to delve into alternative price management tools in more detail to ascertain its risk reduction potentials. In parallel to further analyses, it is clear that much more efforts must be made to train farmers, their associations and the cooperatives' managers in order to improve their capabilities of analysing markets risks and market risk management strategies. Only in this way it would be possible to use currently available tools in a rational and efficient manner.

Capítulo I: Introducción

Desde los primeros estudios de Shultz (1945), se conviene en admitir que la actividad agraria, sea cual sea el lugar donde se desarrolle, está sometida a riesgos empresariales superiores a los que se enfrentan otras empresas de otros sectores. Por un lado, su dependencia de la climatología provoca que los procesos productivos tengan componentes aleatorias importantes que están fuera del control del agricultor. Por otro, la inelasticidad de las funciones de demanda y de oferta de los productos agrarios origina que cualquier shock dé origen a cambios acentuados en los precios. Si bien Gardner (1992) pone en duda la vigencia del ‘problema agrario’ en los tiempos recientes, las crisis frecuentes de algunos sectores, los graves problemas derivados de los brotes de epizootias y la dependencia del clima de muchas producciones sugieren que se mantenga en la agenda política y en los programas de investigación el interés por la inestabilidad de los ingresos de las explotaciones agrarias.

Esta tesis se centra exclusivamente en los riesgos de mercado, y más concretamente en la variabilidad de los precios percibidos por los productores una vez obtenida la cosecha o producción. Se trata por tanto de una categoría de riesgos bien acotada, pero no por ello poco importante. De hecho, en las circunstancias actuales de política internacional derivada de los acuerdos de la Organización Mundial de Comercio, estos riesgos cobran especial relevancia. El contexto de análisis y algunas de las aplicaciones resultarían adecuados para aquellos subsectores agrarios en los que no existe en la actualidad ninguna regulación, como puede ser el de la patata, o en los que no existe un fuerte grado de intervención pública, como son los subsectores hortofrutícola y algunos ganaderos. El ámbito de estudio excluye, por tanto, cualquier estrategia de reducción del riesgo que considere cambios en las orientaciones productivas, por cuanto la primera premisa de la que parte la tesis es que el productor va a obtener su producto, si no lo ha obtenido ya, y se dispone a colocarlo en el mercado en las mejores condiciones posibles.

Organizaciones como la OCDE (OECD, 2001) y la propia Comisión Europea (European Commission, 2001) defienden con mayor o menor énfasis la necesidad de que los productores empleen sistemas de gestión con los que cubrir sus riesgos productivos o empresariales. Es un hecho cierto que, de forma general, los mercados agrarios funcionan con mayor eficiencia ahora que hace décadas. La información sobre los mercados está disponible desde cualquier punto y contiene abundantes datos coyunturales que ayudan al productor y a sus asociaciones y agrupaciones a tomar decisiones más eficientes. Por otro lado, existen en la UE varios mercados en los que se negocian futuros u opciones sobre al menos una docena de productos. En España desde febrero de 2004 opera el mercado de futuros del aceite de oliva, en el que se han depositado expectativas que permitan superar las que se frustraron con el mercado de futuros de cítricos. Se ha llegado a proponer un mercado de futuros de fresón (Vega Jiménez, 2001). Todo ello demuestra que existe interés por potenciar el uso de los mercados de derivados y no poca convicción sobre sus efectos positivos para reducir los riesgos de precios y reducir los fuertes desequilibrios que cíclicamente se viven en algunos sectores.

Por otro lado, se da la circunstancia que desde marzo de 2003 se ofrece por primera vez en España un seguro de rentas, que consiste en una combinación de una cobertura de daños de cosechas con una cobertura de precios. Esta cobertura de precios funciona como un seguro de precios, protegiendo a sus tomadores contra las caídas de precios en origen de la patata tardía y de media estación. Bien es cierto que se trata de un proyecto piloto, ya que en su ámbito solo se incluyen cinco provincias (ver capítulo 5 para más detalles). Sin embargo, es evidente que el esfuerzo en I+D+i invertido para desarrollar este seguro tendrá continuidad en ulteriores ampliaciones en el sector de la patata y posiblemente en otros subsectores sometidos a fuertes riesgos de precios. Con anterioridad a esta experiencia, el Fondo de la Patata de Álava, creado en 1998, inspirado en un modelo de autoseguro (ver cap. 5), constituye otro ejemplo de instrumento económico aplicado en la realidad y promovido con el único objetivo de proporcionar a los productores protección frente a las caídas de los precios en origen.

En la UE existen desde 1982 mercados de futuros de materias primas, como el de Londres (LIFFE), en el que se negocia café, cacao o azúcar. Otros mercados como los de París, Ámsterdam o Hannover, muestran cierto dinamismo para realizar innovaciones en sus modos de contratación y en los productos agrarios que se pueden negociar. El mercado Liffe de Londres se fusionó con el de Bruselas, París, Lisboa, y Ámsterdam, creando un mercado pan-europeo llamado, Euronext.Liffe. en el que se negocian entre otros trigo (para pienso y harineros), maíz, colza, cacao, y azúcar. En el caso de la patata existen dos mercados en los que se negocian futuros, Ámsterdam (Euronext.Liffe) y Hannover. Una prueba de la importancia de estos mercados es que las cotizaciones de 'abriles' de Euronext.Liffe forman parte del índice de precios desarrollado para fijar el precio de referencia del seguro español de rentas de patata.

Indudablemente, este dinámico panorama ofrece innumerables cuestiones de interés para realizar investigaciones que arrojen luz sobre las posibilidades reales de distintas estrategias de gestión de riesgos de mercados. Es evidente que muchas de ellas no están al alcance del productor actuando individualmente. Los futuros y otros derivados son poco empleados por agricultores del 'corn belt' de EE.UU., lugar donde está el más importante mercado de 'commodities' del mundo, el de Chicago (CBOT o *Chicago Board of Trade*). Es por tanto ilusorio que los productores españoles negocien individualmente en los mercados de derivados europeos. Los mercados de futuros entrañan riesgos de difícil valoración, el coste de operar en ellos no es despreciable y por tanto resulta especialmente complicado evaluar las posibilidades reales de reducción de riesgos que proporcionan los futuros.

Un trabajo que indague con profundidad el potencial de reducción de los riesgos de mercado de diferentes instrumentos, no puede eludir integrar en el contexto del análisis las funciones de ordenación de oferta y de comercialización de las cooperativas y otras formas asociativas. En la actualidad estas asociaciones de productores han cobrado importancia en numerosos subsectores agrícolas y ganaderos. Las cooperativas liquidan a sus socios por sus productos a precios que de una forma u otra promedian las ventas de toda la campaña, ofreciendo así una cierta protección contra las oscilaciones de precios en el curso de cada campaña. No obstante, las cooperativas

podrían tener más posibilidades de prestar apoyo al productor para reducir sus riesgos de las que en la actualidad podemos apreciar.

El objetivo central de esta tesis es estudiar el potencial de reducción de riesgos de mercado de distintas combinaciones de instrumentos de gestión de riesgos, tales como los mercados de futuros, los contratos de venta a plazo y los seguros de precios. Los objetivos específicos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Analizar los factores que determinan la elección óptima de un productor individual que puede elegir de entre distintos instrumentos de gestión de riesgos de precios.
- Analizar las posibilidades de una cooperativa u otra entidad o asociación para asegurar a los productores agrarios un precio de campaña, estudiando el coste real y completo de este servicio y las formas con las que la cooperativa podría cubrir el riesgo que asumiría al ofrecerlo.
- Determinar las relaciones de complementariedad o de sustitución entre instrumentos para los productores de patata tardía y semitardía, incidiendo particularmente en el uso del mercado de futuros de forma individual por el agricultor o por la cooperativa en beneficio de sus socios.
- Investigar cualitativa y cuantitativamente los efectos de las distintas combinaciones de instrumentos sobre los resultados económicos del productor individual y, en los casos que proceda, de la cooperativa de patata.

La tesis se ha estructurado en ocho capítulos, incluido este primero de introducción.

En el capítulo 2 se hace una revisión de las estrategias posibles para reducir el riesgo asociado a la variabilidad de precios o inestabilidad de los mercados agrarios. Se revisa el papel de las cooperativas, las posibilidades de los contratos de venta a plazo, los mercados de futuros, los seguros de rentas y los fondos de autoseguro. En la parte

final del capítulo se acota el ámbito concreto de la tesis en lo que se refiere a los instrumentos que hoy día están disponibles y en relación con los objetivos de la tesis.

El capítulo 3 revisa los antecedentes teóricos y metodológicos de interés para la tesis que se han encontrado en la literatura. Además de una revisión general de las actitudes ante el riesgo de los productores y de aspectos básicos relacionados con la metodología de optimización, se hace especial atención a los trabajos más concretamente centrados en la elección óptima de los instrumentos de gestión de riesgos de mercado.

El capítulo 4 contiene todo el desarrollo teórico de la tesis. En primer lugar se plantea una familia de modelos con el objetivo de analizar la elección óptima de un productor de diversos instrumentos de gestión del riesgo de precios. Se estudian los casos de los mercados de futuros, los seguros de precios, y los contratos de venta a plazo. Seguidamente, el capítulo continúa con la presentación del problema de la cooperativa en el supuesto de que ofrezca a sus productores un precio de venta fijo. Se caracteriza el riesgo asumido, y se examinan dos formas alternativas de cubrirlo, a saber, el recurso a los mercados de futuros y el autoseguro combinado con el recurso al sistema crediticio. De este modo se obtienen las expresiones que definen los recargos que debería cargar la cooperativa a sus miembros, y posteriormente se obtienen las expresiones de los recargos que los productores estarían dispuestos a pagar por el servicio prestado por la cooperativa.

A continuación se plantea la aplicación al caso de la patata en España. El capítulo 5 contiene un resumen de las características del sector de la patata tardía y de media estación en España. Posteriormente, se describen los instrumentos de gestión del riesgo de precios propios del sector. En ese capítulo también se describen las cotizaciones de patata en origen, por variedad y provincia, que serán objeto del análisis empírico en la tesis. El análisis de las cotizaciones de patata en los mercados de origen y las del mercado de futuros de Ámsterdam evidencian la fuerte inestabilidad de estos mercados, tanto en las campañas como entre campañas. El capítulo viene acompañado

de unos apéndices en los que se detallan las características del seguro de rentas de la patata, y el funcionamiento de los mercados de futuros de Ámsterdam y Hannover.

La descripción completa de las metodologías y los modelos empíricos desarrollados en la tesis constituye el contenido del capítulo 6. En él se detallan todos los procedimientos seguidos para analizar los riesgos de los precios, los riesgos asociados al empleo de futuros, del seguro y de los contratos a plazo ofrecidos por una cooperativa. De igual modo, se presentan todos los supuestos, formas funcionales y parámetros tenidos en cuenta en los desarrollos empíricos de la tesis. En la parte final, se realiza una descripción del método de simulación de riesgos, simulación a partir de la cual se examinarán las características estocásticas de algunas de las soluciones de la elección óptima de instrumentos.

En el capítulo 7 se reflejan e interpretan todos los resultados empíricos de la tesis. En primer lugar, se presentan los resultados de la cooperativa en el supuesto de que ofertara a los productores un contrato de venta a plazo, y recurriese al mercado de futuros o al sistema crediticio para cubrirse contra el riesgo de precios retenido. Seguidamente, se presentan los resultados numéricos que definen la elección óptima entre instrumentos, desde la óptica del productor, introduciendo en el análisis las subvenciones al seguro de precios de la patata. El capítulo concluye presentando los resultados obtenidos mediante las técnicas de simulación de Monte-Carlo, ilustrando así las diferencias entre instrumentos con arreglo a la función de distribución de los resultados de cada elección óptima.

La tesis concluye con el capítulo 8, dedicado a formular las conclusiones más importantes de la tesis, matizar su alcance y relevancia en cuanto a la transferibilidad de sus resultados a la realidad del sector de patata, y sugerir algunas líneas de investigación que darían continuidad a las de la tesis.

Capítulo 2: Instrumentos de reducción de riesgos de mercado

La inestabilidad de los mercados agrarios es origen de riesgos importantes para las explotaciones agrarias. Para algunas orientaciones productivas, el riesgo de precios puede llegar a ser tan importante que dificulte la asignación óptima de recursos en la explotación y comprometa sus resultados económicos. Como consecuencia de ello, la sociedad en su conjunto sufre las consecuencias derivadas de un sector productivo sometido a una fuerte inestabilidad en el precio de sus productos.

El objetivo de este capítulo es presentar las principales estrategias de reducción de los riesgos de mercados empleados para los productos agrarios, así como hacer una breve revisión bibliográfica de algunas de ellas, que serán objeto de estudio de la tesis.

En el primer epígrafe presentaremos brevemente las estrategias de gestión de riesgos de mercado más comunes. A continuación analizaremos brevemente el empleo que se hace en la actualidad de algunas de ellas: comercialización a través de cooperativas, contratos a plazo, futuros, opciones, seguros de rentas, fondos de autoseguro. Por último, se concluye con una síntesis en la que se acota el ámbito de la tesis y se sitúan sus objetivos en relación con las herramientas de gestión de riesgos que hay disponibles en la actualidad para sectores como el de la patata.

2.1. Una aproximación a los riesgos de mercado

Los agricultores están sometidos a múltiples riesgos, algunos derivados de las condiciones naturales de la explotación (clima, sanidad animal, etc.), y otros comunes a toda actividad empresarial. Así, podemos clasificarlos (Fleisher, 1990; Hardaker et al., 1997; Baquet et al., 1997; Harwood et al., 1999) en:

- **Riesgos de la producción o rendimientos**
- **Riesgos de precios o de mercados**
- **Riesgos financieros:** Se producen en condiciones de financiación ajena, derivados en su mayor parte de la necesidad de hacer frente al pago de intereses.
- **Riesgos contractuales:** Se originan por desacuerdos mercantiles, impagos de clientes o problemas con proveedores.
- **Riesgos institucionales:** Resultantes de los cambios en las políticas y regulaciones que afectan a la agricultura
- **Riesgos humanos o personales**

En este capítulo nos referiremos exclusivamente a la gestión de los riesgos de precios o de mercados, si bien hay que señalar que no siempre se pueden desligar de otros riesgos. Por ejemplo, pueden estar muy íntimamente relacionados con los riesgos financieros, institucionales y productivos. Los riesgos de mercado, como demuestran algunos estudios, se suelen situar entre las primeras preocupaciones de los agricultores (Vega Jiménez, 2001; Musser y Patrick, 2002; Hall et al., 2003).

No obstante, los riesgos de mercados no constituyen una categoría homogénea de riesgos. Por ello, y al objeto de ilustrar mejor la revisión que se hace en este capítulo de las estrategias de gestión de riesgos de mercado, debemos realizar una taxonomía

un poco más precisa. En particular, debemos distinguir entre (Tomek y Robinson, 1972):

- Variabilidad de precios a muy corto plazo, que se refiere a las fluctuaciones de precios que se producen en los días o semanas posteriores a la obtención de la cosecha.
- Variabilidad estacional, debida a los ciclos propios de la producción nacional e internacional, y a los del consumo, factor que en el caso de la patata no parece de importancia. La elección varietal de la especie que se cultiva viene muchas veces motivada por una marcada estacionalidad de los precios.
- Variabilidad inter-anual. Este es un riesgo al que hay que hacer frente en el momento de la siembra, la plantación de especies frutales o la planificación de una explotación ganadera. Afecta al valor esperado de las cosechas o producciones, pero no considera relevante la volatilidad de los precios en una campaña.
- Tendencias relacionadas con los índices generales de precios y factores propios de la agricultura como gustos, tecnología y políticas comerciales.

Evidentemente, los riesgos ligados a la variabilidad de precios resultan del efecto combinado de cada una de estas componentes de variabilidad (Vega Jiménez, 2001).

Tanto los agricultores como las administraciones públicas pueden actuar para reducir el riesgo de mercados. Las administraciones públicas pueden hacerlo mediante distintas políticas, estableciendo mecanismos de sostenimiento de precios, de ayudas directas, ordenación de mercados, ayudas al almacenamiento, etc. Pero el agricultor puede recurrir también a un buen número de estrategias que le servirán para reducir sus riesgos de mercado, y que repasaremos a continuación. Evidentemente, otra forma de intervención de las administraciones es dando apoyo a algunas de esas herramientas, potenciando la formación de los agricultores sobre su uso o asegurando

un cierto grado de transparencia e información actualizada sobre las cotizaciones de los mercados. En los últimos tiempos, el apoyo de las administraciones a las herramientas de mercado está adquiriendo cada vez mayor importancia, dadas las limitaciones impuestas a la política agraria europea por los acuerdos y tratados internacionales y las restricciones presupuestarias.

2.2 Estrategias de gestión de los riesgos de mercado

Dentro de este marco, analizaremos a continuación las distintas estrategias de gestión de riesgos de mercado que pueden emplear los agricultores. Siguiendo a Hardaker et al. (1997), conviene distinguir entre aquellas que se pueden llevar a cabo dentro de la explotación, y aquellas en que hay reparto del riesgo entre distintos agentes.

Estrategias de reducción del riesgo intra-explotación: En estas estrategias el reparto del riesgo se realiza en el tiempo. Pueden ser:

- Diversificación empresarial: diversificación de cultivos o de actividades agrarias.
- Mejoras en la calidad de los productos
- Integración vertical: Consiste en la diversificación en actividades relacionadas, de modo que una de ellas emplee los productos de otra como materia prima. Por ejemplo, la combinación de producción vegetal con actividad ganadera alimentada con dicha producción vegetal, la transformación artesana o industrial de los productos agrarios, envasados, etc.
- Almacenamiento
- Autoseguro.

Estrategias de reparto del riesgo con terceros:

- Financiación externa de la explotación
- Sistema de Integración o contratos de producción
- Comercialización a través de cooperativas
- Contratos a plazo o de comercialización
- Cobertura en el mercado de futuros
- Seguro
- Mutualidades

El Cuadro 2.1 las relaciona con los riesgos asociados a las variaciones de precios ya mencionadas.

Cuadro 2.1 Los riesgos de precios y las herramientas que ayudan a gestionarlos

Herramientas	A muy corto plazo	Estacionalidad	Variabilidad anual	Vinculados a tendencias
Gestión del riesgo Intra-explotación				
Diversificación productiva			x	x
Mejoras de calidad		x		x
Integración vertical	x	x		
Almacenamiento	x	x	x	
Autoseguro			x	
Reparto del riesgo con terceros				
Financiación ajena	x	x	x	
Contratos de producción	x	x		
Cooperativismo	x	X		
Venta a plazo		X		
Futuros		x		
Seguros			x	
Mutualidades			x	

Fuente: Elaboración propia

En los siguientes epígrafes se revisan algunas de las estrategias de gestión de riesgos de mercado que pueden tener de mayor interés para un sector agrario no intervenido, como por ejemplo el de la patata.

2.3 Comercialización a través de cooperativas

Las cooperativas son un tipo de sociedad mercantil con unas características particulares. Existen numerosos tratados o manuales básicos sobre las mismas, entre los que cabe citar a Lluís y Navas (1976); Juliá Igual (1992); Sanz Jarque (1994); Montero García (2000); etc. En la actualidad se rigen por la Ley 27/1999, de 16 de julio, de Cooperativas.

La comercialización a través de cooperativas, junto con los contratos a plazo, de futuros y de opciones, constituyen los sistemas más empleados en la protección de riesgos de precios. Las cooperativas, así como otras modalidades de asociaciones de productores (SAT, *marketing boards*, etc.) consisten en agrupaciones de productores que se asocian para adquirir factores productivos y vender de forma colectiva sus productos.

El sistema de funcionamiento y de reparto del riesgo puede tener distintas modalidades, pero en general todas ellas están diseñadas para proteger a los productores de fluctuaciones de los precios a corto plazo mediante algún tipo de promedio de los precios de las ventas de toda la campaña. También pueden considerarse las ventajas derivadas de mayor poder de mercado y economías de escala, pero estos beneficios, si realmente existen, estarán parcialmente compensados por los costes administrativos del sistema (Hardaker et al., 1997; Anderson, 2003).

Existen numerosas dificultades o limitaciones para su desarrollo, tanto societarias, como financieras, operativas, organizativas y de imagen (ver Paz Canalejo,

2002). Por otro lado, parece claro que sólo adquiriendo dimensión pueden estas agrupaciones lograr el incremento de rentabilidad que justifique las inversiones que serían necesarias para solventar muchos de sus problemas. (Rincón García, 2004).

2.4 Los contratos a plazo

Un contrato a plazo es un acuerdo para comprar o vender un activo en una fecha futura a un precio pactado de antemano. Son acuerdos privados entre dos entidades financieras o en el caso de los contratos sobre productos agrarios, entre un productor y su cliente o comprador.

Existen múltiples formas de contrato a plazo. Según Harwood et al. (1999) podemos distinguir contratos de producción y contratos de comercialización. En los contratos de producción el comprador tiene un control considerable de todo el proceso productivo. Un ejemplo de estos serían los contratos de producción integrada en avicultura. En los contratos de comercialización, la propiedad del producto así como las decisiones de producción corresponden al agricultor hasta el momento de la venta.

El contrato entre el agricultor y el comprador del producto generalmente se suscribe en el momento de la siembra, especificando un precio. El precio acordado puede ser de una cuantía fija o bien puede establecerse una base para determinar dicho precio. Así, en EEUU existen múltiples modalidades de contratos de comercialización en función de cómo se establezca el precio, basados en su mayoría en los precios de los futuros (ver Kemp, 1996; Wisner, 1997). La mayor parte de estos contratos no eliminan completamente el riesgo. La excepción son los contratos de precio fijo, que establecen el precio exacto que se pagará al productor. No obstante, en este caso se cubre el riesgo derivado de la cola izquierda de la distribución a cambio de transferir al

comprador los beneficios derivados de la cola de la derecha. También puede establecerse una escala de precios según la calidad resultante del producto.

Al hablar de contratos a plazo nos referiremos a contratos de comercialización de precio fijo, en concreto a contratos de venta de la producción agraria, aunque se realizan de forma similar para las producciones ganaderas o para la compra de medios de producción. El contrato puede estipular la cantidad de producto que entregará el agricultor o puede referirse a toda la producción, que obviamente dependerá del rendimiento. Dependiendo de los detalles del contrato y del tamaño de la cosecha obtenida, el agricultor puede tener que comprar en el mercado para cumplir con los requisitos de entrega acordados.

Estos contratos constituyen una forma de gestión del riesgo efectiva y relativamente extendida. La principal ventaja de los mismos es que eliminan para el productor el riesgo de verse afectado por el hundimiento de los precios, al tener acordado un precio a priori. Los inconvenientes son que se renuncia a las potenciales subidas de los precios y que conlleva un coste, ya que el precio acordado o estipulado suele ser ligeramente menor que el precio esperado como compensación de la disminución del riesgo.

Otros inconvenientes no desdeñables son el riesgo de no obtener la calidad esperada o acordada y el riesgo de obtener rendimientos menores que los acordados que, unido a precios altos, puede originar que el productor no pueda hacer frente a la compra del producto en el mercado. Un grado insatisfactorio de transparencia en el mercado puede impedir una fijación adecuada del precio, y también conllevar una cierta falta de imparcialidad a la hora de interpretar el grado de cumplimiento de lo estipulado. Algunas de estas dificultades se eliminan en los mercados de futuros.

2.5 Contratos de futuros

Un contrato de futuros es un acuerdo para comprar o vender un activo en una fecha futura a un precio cierto. A diferencia del contrato a plazo, los contratos de futuros se negocian en un mercado organizado y los términos del contrato están estandarizados por la entidad gestora del mercado. Esto hace que los precios sean determinados de forma más competitiva y sean más transparentes que los de un contrato específico entre un único agricultor y un único comprador.

Además, como es bien sabido, la entrega normalmente no tiene lugar. Un agricultor puede cubrirse de un riesgo futuro del precio vendiendo un contrato de futuros. Éste, como se ha dicho, es una obligación o compromiso de entregar en una fecha futura una cantidad acordada a un precio que el comprador del contrato acepta pagar en dicha fecha. Sin embargo, el agricultor normalmente no pretende entregar el producto al comprador, sino “cerrar” su posición comprando un contrato de futuros aproximadamente en el momento en que el producto es vendido en el mercado de contado, cancelando así el contrato.

Existe una extensa literatura acerca de los contratos de futuros en general, así como de los futuros de productos agrarios en particular. Por ello no nos detendremos en ello, bastando citar aquí algunos de los trabajos más clásicos: Teweles et al. (1974); Gold (1975); Gould (1976); Eguidazu (1978); Hieronymus (1978); Kaufman (1984); Rinehimer (1984); Williams (1986); Clarke (1992); Simón (1993); Hull (1996); Carter (1999); Purcell y Koontz (1999); etc.

En la UE, hay mercados de derivados (futuros y opciones agrarios) que llevan muchos años en funcionamiento. En la actualidad la mayor parte de los mercados financieros europeos se han fusionado en un único mercado, Euronext.Liffe. En él se

comercializan los derivados de los mercados de París, Londres, Amsterdam, Bruselas y Lisboa. Los derivados de productos agrarios o *commodities* comercializados son: patatas, cerdos (Amsterdam); cacao, café, trigo, azúcar (Londres); colza, maíz y trigo (París o Matif). Existen también derivados de *commodities* en la Warenterminbörse de Hannover (<http://www.wtb-hannover.de>) para cerdos, patatas, trigo y colza. Una buena referencia para el caso español es el capítulo 3 de la Tesis Doctoral de Vega Jiménez (2001), en el que se analiza la experiencia del mercado de cítricos, los proyectos para el aceite de oliva y el sector porcino, y que desarrolla con detenimiento la idea de crear un mercado de futuros de fresón.

A pesar de que los economistas agrarios han dedicado mucho esfuerzo a intentar analizar sistemáticamente los mercados de futuros y a mostrar cómo los agricultores aversos al riesgo “deberían” usar dichos mercados, la realidad es que pocos agricultores emplean realmente la cobertura con futuros. Además del escaso conocimiento del funcionamiento del mercado, los mercados de futuros se encuentran con las siguientes dificultades y limitaciones:

- Es una condición necesaria que exista un mercado relativamente homogéneo, para que las herramientas sean eficaces y haya un bajo riesgo básico. Generalmente no se puede eliminar todo el riesgo, ya que las bases son inciertas. Los movimientos de los precios de los futuros pueden no asemejarse a los de los precios del mercado de contado, para un mismo producto, con la misma calidad, y en el emplazamiento en que opera el productor.
- Es también necesario que exista un gran número de productores dispuestos a cubrirse y de compradores que proporcionen liquidez al sistema.
- El agricultor tiene que poder financiar las operaciones de los futuros. Se le requerirá realizar un depósito al agente que opera en su nombre y tendrá además que poder realizar sucesivas aportaciones para cubrir pérdidas potenciales cuando los movimientos del mercado de futuros no le sean favorables. Aunque el depósito y los márgenes adicionales son recuperables al cierre del contrato, es necesario poder inmovilizar esas sumas durante la duración del mismo.

- Finalmente, en el caso de mercados de futuros denominados en otras monedas, hay que agregar e integrar el riesgo asociado al tipo de cambio. Aunque este no es el caso en la zona euro de la UE, sí es relevante para el caso de los mercados en el Reino Unido y EE.UU.

La decisión de qué cobertura recabar en el mercado depende principalmente de las expectativas del agricultor acerca de la posición relativa del precio del producto en la fecha futura de venta del mismo y del precio del futuro. Para un productor averso al riesgo, la cobertura será atractiva sólo si el precio del contrato de futuros es mayor que el valor esperado de la distribución subjetiva del precio de mercado más los costes de transacción.

La eficiencia en reducción del riesgo de la cobertura en el mercado de futuros disminuye con el incremento de la variabilidad de los rendimientos, así como cuanto más negativa sea la correlación de rendimientos y precios (Harwood et al., 1999).

2.6 Las opciones

Existen dos tipos de opciones:

Opción de compra o “call”: Es un contrato que permite a su comprador tener la opción de comprar un activo (un producto o un futuro) a un precio establecido a una fecha determinada.

Opción de venta o “put”: Es un contrato que permite a su comprador tener la opción de vender un producto o un futuro a un precio establecido en una fecha determinada. En el caso de los productores agrarios es ésta la más empleada, ya que están interesados en vender su producción o futuros de su producción.

Hay que subrayar el hecho de que una opción otorga a su titular el derecho a hacer algo, sin estar obligado a ejercer ese derecho. Es en este punto donde se diferencian las opciones de los contratos de futuros, en los que sí existe un compromiso vinculante. Pero esta ventaja de la opción frente al futuro tiene un precio: hay que pagar por obtener ese derecho. Por ello, los contratos de opciones tienen un precio de adquisición.

En este sentido, y desde la óptica del productor, las opciones tienen un efecto más parecido a un seguro que los futuros. Mientras que en los futuros y en los contratos a plazos sólo vamos a tener un precio preestablecido fijo, con riesgo cero, en los seguros y en las opciones el productor se asegura un precio o valor mínimo, pudiendo obtener valores por encima de éste, pero a un coste que es el precio de la opción o la prima del seguro.

2.7 El seguro

Alguna bibliografía básica sobre el seguro en general y el seguro agrario en particular la podemos encontrar en Straub (1988); Daykin et al. (1994); Goodwin y V.H. Smith (1995); Harrington y Niehaus (1999). Sobre el seguro agrario en España tenemos el libro de Burgaz Moreno y Pérez-Morales (1996).

El principio del seguro como mecanismo de reparto del riesgo consiste en que, aceptando primas adecuadas de un gran número de clientes, una compañía de seguros puede repartir el riesgo asociado a un suceso desfavorable. Gracias al uso de la información acerca de la frecuencia de las solicitudes de indemnizaciones, la compañía trata de establecer las primas a unos niveles tales que le permitan pagar todas las indemnizaciones debidas y además dejar un margen para los costes de operación, las reservas técnicas y obligadas, y los beneficios.

Desde el punto de vista del agricultor que se asegura, esto significa que el valor esperado de los beneficios derivados de la compra el seguro será negativo (a menos que se produzca selección adversa o riesgo moral, lo cual dificulta la viabilidad del seguro). De esto se deduce que el seguro sólo será atractivo para los agentes aversos al riesgo, y sólo para riesgos que sean lo suficientemente importantes como para que al agricultor le compense pagar una prima por encima del valor esperado de la pérdida (Bardsley et al., 1984). Esto significa que, para la mayoría de los agricultores, asegurar riesgos pequeños puede no merecer la pena, pero sí asegurar grandes riesgos que podrían amenazar la continuidad de la explotación (Anderson y Hazell, 1997).

Los seguros de rentas protegen de disminuciones de las rentas de los agricultores. Pueden depender de las rentas individuales (*Crop Revenue Coverage*, *Income Protection*, *Revenue Assurance* en EEUU, por ejemplo) o de un índice de precios y rendimientos zonales (*Group Risk Income Protection GRIP*). Un seguro de precios, aunque no están muy extendidos en la actualidad (sólo existen algunas experiencias en Canadá y en EEUU¹), protegería únicamente contra los descensos de los precios. Estos seguros normalmente tienen que ser zonales, ya que asegurar el precio individual percibido por un agricultor tiene serios inconvenientes de transparencia o fiabilidad de la información así como de riesgo moral (que el agricultor no se esfuerce en buscar el mejor precio).

Una de las principales ventajas de los seguros de rentas frente a otros instrumentos de gestión del riesgo de mercado, que comparte el autoseguro, es que protegen de las oscilaciones interanuales de los precios, no únicamente de las oscilaciones dentro de la campaña de comercialización (como hacen las cooperativas) o de los hundimientos de precios respecto al precio esperado al principio de la campaña (contratos a plazo, futuros y opciones).

¹ Programas de seguros de precios de la RMA: Livestock Risk Protection (LRP) y Livestock Gross Margin para porcino y alimento del mismo (LGM) (http://beef-mag.com/ar/beef_price_insurance/; www2.rma.usda.gov/news/pr/2003/04/428livestockprograms.html; http://www3.rma.usda.gov/apps/livestock_reports/main_menu.cfm); Commodity Price Insurance ([www.accfarmersfinancial.ca/newsletters/Newsletter%20Issue %2009%20-%20Winter%202000.PDF](http://www.accfarmersfinancial.ca/newsletters/Newsletter%20Issue%2009%20-%20Winter%202000.PDF)).

Aparecen inconvenientes por el carácter sistémico de los riesgos de precios. Así, es necesario un reparto del riesgo entre diversos años, entre diversas líneas de seguro o un fuerte reaseguro para poder hacer frente a un riesgo que afectará al conjunto de los asegurados.

2.8 El autoseguro

Un fondo de autoseguro es un depósito individual al que sus suscriptores aportan una suma de dinero cada año. Se denomina de autoseguro por su finalidad: el capital aportado sirve para asegurar un riesgo. Gracias a la existencia del fondo, cuando ocurre la pérdida, el productor puede rescatar el dinero del fondo y hacer frente a la misma. Es una forma de realizar el “alisado” o “*smoothing*”, que también se realiza por medio de provisiones contables (Guinvarc'h, 2003).

Existe un ejemplo muy importante y actual en España de autoseguro de patata: El Fondo de Compensación para la patata de Álava (Bielza, 2002), al cual nos referiremos en el capítulo 5. También existe en Canadá un fondo de autoseguro, la cuenta NISA (“*Net Income Stabilisation Account*”), que permite asegurar la renta o los ingresos de los agricultores.

El autoseguro tiene el inconveniente de que no contempla el reparto del riesgo entre agentes, si bien sí lo hace individualmente para cada agente a lo largo del tiempo. Debido a ello, si no existe suficiente capital acumulado en el fondo para hacer frente a una pérdida importante, el agricultor no estaría protegido. Ello se podría solucionar acudiendo a los mercados financieros en busca de crédito para dichos años de pérdidas, lo que mejoraría el alisado. Sin embargo, en situación de crisis o tras un año con resultados negativos, el acceso a crédito puede estar limitado o condicionado al empleo de garantías ligadas a bienes reales, en cuyo caso las posibilidades futuras de

inversiones estarían seriamente comprometidas, aumentando el riesgo de quiebra o asumiendo un excesivo endeudamiento.

2.9 Nuevas estrategias

Para hacer frente a los riesgos de mercado, se están implantando o estudiando nuevas herramientas o variaciones de las existentes. Algunas de las herramientas más innovadoras son los seguros de ingresos, que empezaron a aparecer en los años 90 en Canadá y EEUU, los seguros de precios y los seguros de la explotación. Igualmente los sistemas de autoseguro o de fondos con ventajas fiscales (Canadá, Australia, Álava).

En algunos casos, no se confía la gestión del riesgo a instrumentos basados en el mercado, y son los gobiernos quienes establecen sus medidas de protección de estos riesgos de forma similar a un seguro subvencionado 100% (Programa AGR de Canadá).

Pero el recurso a los sistemas de mercado como forma de protección del riesgo se ha defendido y promovido mucho en los últimos años, en particular en EEUU, en donde han alcanzado un gran desarrollo. Uno de los motivos es la posibilidad de que sea el empresario agrario o agricultor quien se proteja a través del mercado de sus propios riesgos, y no dependa siempre de ayudas puntuales de emergencia por parte del Estado. Existe una amplia literatura al respecto. En España se están tratando de desarrollar los mercados de futuros, por ejemplo, para el aceite de oliva o para productos sin protección, como el fresón (Vega Jiménez, 2001). Pero estas experiencias no pueden olvidar el fracaso del mercado de futuros de cítricos de Valencia que ha sido clausurado definitivamente.

También se han propuesto combinaciones de instrumentos financieros. Por ejemplo, los mercados de futuros son frecuentemente contemplados como posibles sistemas de reaseguro de los seguros. Así, los derivados climáticos (Turvey, 2001) o

los futuros de rendimientos (Sandor et al., 1994; Vukina et al., 1996) y otros derivados indexados (Skees, 1999) pueden ser útiles para reasegurar seguros de rendimientos zonales. De modo semejante, para proteger de riesgos en la comercialización de productos alimentarios en países en desarrollo, se proponen sistemas de seguros de precios basados en las opciones (ver Sarris, 2000 o el *International Task Force on Commodity Risk Management in Developing Countries* (www.itf-commrisk.org)).

2.10 Síntesis

Los productores agrarios están sometidos a riesgos de precios o de mercado, de distinta naturaleza, que tienen efectos importantes sobre sus rentas. Existe un gran número de instrumentos de gestión de dichos riesgos, y teóricamente podrían integrar los importantes avances conceptuales y reales que han surgido en los mercados financieros en las últimas décadas. Sin embargo, la realidad es que muchos de estos instrumentos no tienen suficiente demanda por parte de los productores ni de sus organizaciones o agrupaciones, lo que puede deberse en algunas ocasiones a que no sean adecuados para los casos concretos, o en otras a que puedan existir restricciones que no los hagan viables (Goodwin, 2003). Esto impide por el momento que los nuevos avances pasen del terreno teórico al de las realizaciones concretas.

En este contexto, nos planteamos cuál puede ser la conveniencia para un productor agrario de acogerse a uno u otro instrumento. Primero, habrá que partir de qué instrumentos se encuentran disponibles para el agricultor, y en ese caso, por cuál debería optar o cuál sería el más adecuado. Este planteamiento motiva el objetivo de esta tesis, que sería analizar cuál de los instrumentos de gestión del riesgo disponibles o teóricamente viables sería el óptimo desde el punto de vista de la utilidad del agricultor, por medio de la modelización del funcionamiento de los instrumentos y de la situación concreta del productor.

Entre las alternativas que están disponibles para el agricultor y que serán objeto de estudio estarán:

- Un seguro basado en un índice zonal, dado que un seguro individualizado resultaría inviable desde el punto de vista de la entidad aseguradora. Modelos de seguros semejantes a éste existen en la actualidad en España (Fondo de la Patata de Álava o más especialmente, el Seguro de Rentas de la Patata 2003).
- El empleo de un mercado de futuros no local, en el que exista riesgo básico, de modo que esta opción sea una posibilidad real
- La realización de un contrato a plazo.

Como hemos visto, existen numerosos inconvenientes para que un agricultor acuda de modo individual a un mercado de futuros. La escasa demanda para emplear mercados derivados es en mayor o menor parte debida a las dificultades intrínsecas que entraña operar en ellos de una forma segura, comprensible y a un coste accesible. Estas dificultades se ven incrementadas si el mercado se encuentra físicamente alejado.

Por ello, resultaría una opción atractiva para el agricultor acercarle el contrato de futuros en forma de un contrato a plazo. Ello lo podría realizar una entidad asociativa que procurase el contrato a plazo al agricultor, por ejemplo una cooperativa u otro tipo de sociedad comercializadora de productos agrarios. A su vez, ésta podría recurrir al mercado de futuros a modo de reaseguro, como hemos visto que en se propone en las nuevas estrategias actuales (epígrafe 2.9).

Por tanto, estos instrumentos de gestión de riesgos de precios no son simplemente meras especulaciones, sino que aspiran a tener la posibilidad de plasmarse en realidades concretas en el contexto actual del sector agrario español.

Capítulo 3: Antecedentes bibliográficos referentes a la metodología

Como hemos visto en el capítulo 2, existen varios instrumentos de gestión de los riesgos de mercado útiles o de potencial utilidad para el agricultor. Para analizarlos, formularemos unos modelos a fin de estudiar cuál sería su acogida o demanda por parte del agricultor. Así pues, uno de los objetivos de esta tesis es el problema de la elección óptima entre instrumentos de gestión de riesgo, que resolveremos de forma analítica. Con el fin de comprobar y comparar los resultados obtenidos en la optimización, se realizarán también ejercicios de simulación Monte Carlo. Estas simulaciones permitirán calcular la distribución de la riqueza y el valor de la función de utilidad para el agricultor bajo distintos supuestos de elección óptima de instrumentos.

Con estos objetivos en mente, el propósito de este capítulo es realizar una revisión bibliográfica de las metodologías empleadas en el estudio del riesgo y de las herramientas de gestión del riesgo en la actualidad. Partiendo del punto de vista del agricultor o individuo averso al riesgo que busca protegerse del mismo, describiremos algunos de los modelos económicos empleados en la literatura para caracterizar su comportamiento y la elección óptima entre los distintos instrumentos a su disposición.

Por ello, comenzaremos por revisar la literatura sobre las preferencias ante el riesgo y el grado de aversión al mismo que presentan los agricultores. Dando por válida la hipótesis de que los agentes son aversos al riesgo, revisaremos las metodologías empleadas más frecuentemente en los modelos de elección óptima, justificando con ello la elección de la metodología que se empleará en la tesis. En el tercer epígrafe realizaremos un breve repaso de los resultados de algunos de los trabajos en que se han realizado ejercicios de optimización en un contexto de riesgo, y más especialmente de la demanda por parte de los agricultores de instrumentos de gestión del riesgo de mercado, tanto en la cantidad asegurada como en la cobertura con futuros.

Por último, realizaremos una breve revisión de las metodologías y trabajos de simulación relacionados directamente con la temática que nos ocupa, es decir, con los instrumentos de gestión de riesgos tales como los seguros o los mercados de futuros y opciones.

3.1 Las preferencias ante el riesgo

El grado de aversión al riesgo de los agricultores ha sido ampliamente discutido, llegando en ocasiones a cuestionarse el hecho de que sean aversos al riesgo (Goodwin y Smith, 1996; Goodwin, 2001). Sin embargo, generalmente es admitido en toda la literatura que las preferencias de los productores agrarios deben caracterizarse por presentar un cierto grado de aversión al riesgo.

La aversión al riesgo se expresa en la forma de la función de utilidad de la riqueza. Así, la aversión absoluta al riesgo (ARA o *Absolute Risk Aversion*) es aquella que no depende del nivel de riqueza, y se refiere a la concavidad de la función de utilidad. El coeficiente que mide la aversión absoluta o *coeficiente de Arrow-Pratt* se define como la derivada segunda de la función de utilidad respecto de su único argumento, la riqueza, dividido por la derivada primera, cambiada de signo :

$$A = - \frac{U''(W)}{U'(W)} \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Si multiplicamos la aversión absoluta por el nivel de riqueza esperado obtenemos la aversión relativa (RRA o *Relative Risk Aversion*).

$$a = E(W) \cdot A = -E(W) \cdot \frac{U''(W)}{U'(W)} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

Un concepto cercano a la aversión relativa es la aversión relativa parcial (PRRA), la cual se refiere al beneficio esperado $E(\pi)$ en lugar de a la riqueza total esperada del agricultor.

$$a_p = E(\pi) \cdot A = -E(\pi) \cdot \frac{U''(W)}{U'(W)} \quad (\text{Eq. 3.3})$$

Una función de utilidad cóncava se correspondería con una aversión absoluta al riesgo decreciente. El tipo de función de utilidad que caracteriza las preferencias de un individuo y su actitud ante el riesgo, según algunos autores (Nicholson, 1997), son cuestiones de clara naturaleza empírica, sobre las que la teoría económica no establece postulados claros. Sin embargo, otros autores afirman que la actitud ante el riesgo constituye un elemento axiomático de la teoría y, por tanto, no tiene posibilidad de ser empíricamente testado (ver el interesante debate entre Buschena, 2003; Just y Pope, 2003; etc.)

- Aversión absoluta al riesgo ARA

En lo que se refiere a la aversión absoluta, han encontrado evidencia a favor de aversión absoluta decreciente (DARA) los siguientes autores: Arrow (1965); Binswanger (1981); Saha et al. (1994). Chavas y Holt (1990) aplican tests de hipótesis sobre neutralidad al riesgo y aversión constante, encontrando también evidencia en favor de aversión absoluta decreciente. Sin embargo, Chavas y Holt no llegan a traducir sus medidas indicadoras del grado de aversión al riesgo en los coeficientes de aversión al riesgo (*coeficiente de Arrow-Pratt* y de aversión relativa). Para calcular a partir del modelo empírico de Chavas y Holt los correspondientes coeficientes de aversión al riesgo se necesitaría un modelo teórico de base, quizás a partir de una función de utilidad media-varianza.

- Aversión relativa al riesgo RRA

Respecto a la aversión relativa al riesgo, Saha et al. (1994) han encontrado evidencia empírica de aversión relativa creciente (IRRA).

No obstante, la aversión relativa constante (CRRRA) es frecuentemente empleada por muchos autores. Incluso se ha tratado de estimar el valor del coeficiente de aversión relativa al riesgo, a . La evidencia empírica generalmente es coherente con los valores de a en el intervalo que va de 2 a 4 (Nicholson, 1997). Myers (1989) ha estimado que la aversión relativa al riesgo para un agricultor representativo de los EEUU está en el rango de 1-3. Esto es coherente con otros estudios, que sugieren el intervalo 0-4, representando $a=0$ la neutralidad al riesgo (Antle, 1987; Arrow, 1971; Binswanger, 1980; Hamal y Anderson, 1982; Little y Mirrlees, 1974). En un trabajo para la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo), Skokai (2002) ha estimado un a común para un conjunto de agricultores cerealistas en Italia de 2,728.

- Aversión relativa parcial PRRA

Es frecuentemente empleada en lugar de la RRA. Los valores relativos o equivalentes del coeficiente de aversión relativa parcial a_p son menores que los de a .⁽²⁾ Just y Pope (2003) obtienen valores de la misma para productores de soja y maíz que oscilan entre 0,29 y 1,32.

De todo ello podemos concluir que lo más plausible es asumir que la función de utilidad sea de tipo DARA y CRRRA, es decir, de aversión absoluta decreciente y relativa constante. Sin embargo, para simplificar los cálculos, en nuestro análisis, trabajaremos con una aversión absoluta constante CARA (y por lo tanto IRRRA). Ahora bien, con el objetivo de comprobar la fiabilidad de los resultados, en la simulación Monte Carlo sí emplearemos una función de utilidad DARA y CRRRA.

² Esto puede comprobarse al calcular numéricamente sendos coeficientes de aversión relativa, para una función DARA y CRRRA, a partir de la disposición a pagar concreta que tenga un individuo por evitar un riesgo determinado (cuanto mayor sea ésta, mayor será el coeficiente de aversión relativa). En el caso del cálculo de a_p , la misma disposición a pagar resulta menor en relación al riesgo aparente (el riesgo aparente en el caso de aversión parcial sería “riesgo” / “beneficio” frente al caso en que se tiene en cuenta la riqueza total: “riesgo” / “riqueza total”).

3.2 La modelización del riesgo en la optimización

La optimización con riesgo es el caso más general de optimización en que se tiene en cuenta la aleatoriedad de una o más variables. El enfoque más comúnmente aceptado en la literatura más reciente para reflejar las preferencias de los individuos aversos al riesgo en situaciones de riesgo asume que el agente decisor maximiza la utilidad esperada del beneficio, $E(U(\cdot))$, llamándose $U(\cdot)$ a una función de utilidad que representa las preferencias frente al riesgo, y siendo el argumento de la función la riqueza o el beneficio económico (Moschini y Hennessy, 2000).

Sin embargo, cabe mencionar que algunos autores cuestionan la conveniencia de emplear la esperanza de la utilidad (EU), dado que a veces el comportamiento se muestra inconsistente con que ésta sea función lineal en las probabilidades

$E(U(x)) = \sum_{i=1}^n U(x_i) \cdot p_i$ (Machina, 1987). De ello se ha derivado el concepto de

Utilidad Esperada Generalizada (GEU o *Generalized Expected Utility*) (Ver Buschena y Zilberman, 2000; Buschena, 2003). No obstante, lo comúnmente aceptado es el empleo de la EU.

La resolución del problema de optimización puede realizarse de forma teórica o analítica, o de forma empírica. Dada la complejidad que generalmente acompaña a la resolución analítica del problema de optimización, ésta se realiza más frecuentemente de forma empírica.

La optimización empírica de la utilidad esperada tradicionalmente ha comportado también cierta complejidad. Por ello han surgido múltiples métodos y alternativas buscando la simplificación de la misma. Podemos citar algunas de ellas, como (Millán Gómez y Millán Gómez, 1997):

- Modelo de Markowitz (1952 o 1959) o Método media-varianza. Algunas aplicaciones a la agricultura en España son de Romero (1976) y Alaejos y Cañas (1992).
- MOTAD (*Minimization of Total Absolute Deviation*), es una alternativa lineal al modelo de Markowitz
- MIS (Modelo del Índice Simple) o modelo de Sharpe (1964). Busca también la simplificación del modelo de Markowitz. Algunos estudios realizados en nuestro país utilizando este modelo aplicado a la agricultura son de Alonso Sebastián y Barrio (1983) y Serrano (1987).

Sin embargo, con el desarrollo de los sistemas informáticos, la programación matemática ha ampliado significativamente el abanico de posibilidades, pudiéndose maximizar directamente la utilidad esperada. Pero si buscamos un resultado teórico genérico, independiente del valor que puedan tomar los datos y que muestre cómo es el óptimo, de qué parámetros depende y que permita realizar análisis de estática comparativa, entonces hay que recurrir a la resolución analítica del problema de optimización. Para ello, como se discutirá en los epígrafes siguientes, es posible el empleo de la función de utilidad esperada directamente, aunque es complejo, y en muchos casos los modelos no encuentran soluciones analíticas. También podemos recurrir alternativamente a la simplificación mediante el empleo de una función media-varianza o equivalente cierto, opción tomada en la presente investigación.

3.2.1 Empleo directo de la función de utilidad

Lapan et al. (1991); Gollier (1996); Mahul (1999) y Mahul (2003) emplean en sus modelos de análisis teórico directamente la función de utilidad esperada de von Neumann-Morgenstern. Lapan y Moschini (1994) y Moschini y Lapan (1995) resuelven además el problema de optimización de forma analítica empleando una función de utilidad de tipo CARA y suponiendo que las variables aleatorias siguen conjuntamente una función de distribución normal.

La resolución empírica de los problemas de optimización que emplean directamente la función de utilidad puede realizarse gracias a los avances informáticos, por ejemplo, mediante el empleo de la programación DEMP (*Directa Espectad Maximizing Nonlinear Programming*), introducida por Lambert y McCarl (1985), y sus variantes (McCarl y Spreen, 1997).

Lapan y Moschini (1994) comprueban sus resultados obtenidos por resolución analítica con otros obtenidos mediante optimización por métodos empíricos. Para ello emplean el método de Newton-Raphson (Harvey, 1990, cap. 4). Para CARA con argumento de variable aleatoria normal, se requiere una triple integral, que han evaluado numéricamente mediante integración Monte-Carlo (Rubinstein, 1981). Coble et al. (2000) hallan los niveles óptimos de cobertura del riesgo calculando los niveles de utilidad para múltiples niveles del parámetro a optimizar mediante cuadratura Gaussiana (Software GAUSS). El óptimo puede buscarse mediante métodos de aproximaciones sucesivas, y Coble et al. (2000) lo hacen ajustando una función cuadrática a los distintos valores obtenidos de utilidad. Wang et al. (1998) y Mahul (2003) maximizan la utilidad esperada de forma numérica empleando también distintos módulos (OPTMUM, CO) de GAUSS.

3.2.2 Empleo del equivalente-cierto o método media-varianza

En este estudio emplearemos el método media-varianza o maximización del equivalente cierto. La opción por este método se puede justificar ampliamente con la literatura existente, aunque en un principio puede haber cierta controversia sobre los casos en que es válido emplear este sistema (aquí nos referiremos a la modelización media-varianza con independencia de que su resolución sea analítica o empírica).

Helmberger y Chavas (1996) recuerdan la existencia de desacuerdo sobre si el enfoque de utilidad esperada provee una representación exacta del comportamiento individual. Éste se debe a la evidencia empírica de que las preferencias ante el riesgo

que son lineales en las probabilidades (como se asume en el modelo de utilidad esperada) no proporcionan una representación apropiada de las preferencias individuales. Según Helmberger y Chavas (1996), dado que el enfoque media-desviación típica se mantiene en las situaciones para las que las preferencias ante el riesgo no son lineales en las probabilidades, este enfoque se puede interpretar como más general que el enfoque de utilidad esperada. Tiene también la ventaja de ser relativamente sencillo. Helmberger y Chavas (1996), emplean una función lineal media-varianza genérica:

$$U = a + bE(W) - cV(W) \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Donde los coeficientes son constantes no negativas. El segundo, positivo ($b > 0$) implica un agente decisor averso al riesgo. Pero sus valores son, naturalmente, desconocidos.

Sin embargo, el modelo más empleado es uno más específico, que constituiría un caso particular de esta función de Helmberger y Chavas, basado en el equivalente cierto, y que ya empleó en 1956 Freund. Freund (1956) resuelve el problema clásico de programación cuadrática maximizando la función

$$\text{Max } E(x) - \frac{A}{2} V(x) \quad (\text{Eq. 3.2})$$

sujeta a unas restricciones $G(x) \leq 0$,

donde $E(x)$ y $V(x)$ son la media y la varianza de los beneficios como función de las decisiones de producción, $G(x) \leq 0$ es un vector de restricciones de igualdad y desigualdad de los recursos, y A mide la magnitud de la aversión al riesgo. Sharpe (1963) refinó el enfoque para una elección de cartera. Aplicaciones del método en economía agraria incluyen Lin et al. (1974); Peck (1975); Wiens (1976); Robison y Barry (1977); Just y Pope (1978); Just y Pope (1979); Rolfo (1980); Newbery y Stiglitz (1981); Yassour et al. (1981); Anderson y Danthine (1983); Collins y Barry (1986); Antle (1987); Hirshleifer (1988); Pope (1988); Nelson y Preckel (1989); Pope y Just (1991); Appelbaum y Ullah (1997); Coyle (1999); Skokai (2002) y un largo etc.

En muchos casos, estos resultados se han obtenido de forma más o menos restrictiva. Así, los autores condicionan estos resultados: Meyer (1987) los condiciona a que el atributo aleatorio sea una función lineal monótona de una única variable aleatoria; muchos, desde Freund (1956) hasta Moschini y Lapan (1995), especifican que es válido si la función de utilidad tiene aversión absoluta al riesgo constante (CARA), y los ingresos siguen una distribución normal. Posteriormente, se ha visto que es aplicable a otras situaciones menos restrictivas, por ejemplo, a otros tipos de funciones con otras aversiones al riesgo (Aplicación del teorema de Stein por Stein, 1973; Robison y Barri, 1987 y Coyle, 1999), o sin normalidad asumiendo utilidad cuadrática (Hirshleifer, 1988).

En el caso de las funciones asociadas a variables aleatorias truncadas, como el de las opciones o de manera similar los seguros, aunque no se guarde la condición de linealidad, el modelo media-desviación típica da una buena aproximación de la utilidad esperada (García et al., 1994). Así, ha sido empleada por algunos autores para este tipo de funciones (seguros u opciones), como Chavas y Pope (1982), Moschini y Lapan (1995) o Mahul (1999).

Citando a Recete (2000 p. 898): *“La evidencia indica que ni la utilidad media-varianza de Markowitz ni la utilidad esperada de von Neumann-Morgenstern pueden explicar todos los matices de la elección en incertidumbre (Biswas, 1997). La utilidad media-varianza es inapropiada en algunas situaciones (ver Moschini y Lapan, 1995 por ejemplo), pero es especialmente conveniente cuando es apropiada. Ambas permanecen en uso común por otro lado y difieren poco en valor prescriptivo para un amplio rango de modelos...”*. Frechette (2000), igual que hacen Moschini y Lapan (1995), comprueba sus resultados numéricos del modelo teórico media-varianza con el enfoque de utilidad esperada mediante la optimización numérica. En un modelo que comentaremos en el epígrafe 3.3.3, de características similares al de esta tesis, Frechette concluye que la diferencia es suficientemente pequeña y puede ser ignorada.

Además de toda la literatura que hace referencia a esta función, la maximización de la utilidad esperada como maximización de dicha función se puede ver de forma intuitiva de la siguiente manera. La esperanza de la utilidad de la riqueza en condiciones de incertidumbre es por definición matemática igual a la utilidad del equivalente cierto $E(U(W))=U(EC)$. Como la utilidad es una función continua creciente, maximizar la utilidad esperada es equivalente a maximizar el equivalente cierto. Por definición $E(U(W))= U(EC)= U(E(W-X))$ siendo X la prima de riesgo, y W el nivel de riqueza, lo cual implica que $EC=E(W-X)$ y que $EC= E(W)-X$. Con lo cual tenemos una función de equivalente cierto lineal, igual a la media menos un término que es la prima de riesgo. El trabajo de distintos autores (por ejemplo, Just y Pope, 1978; Just y Pope, 1979; Chavas y Pope, 1982; Babcock et al., 1987; Robison y Barry, 1987, Love y Buccola, 1991) demuestra que la prima de riesgo para una función de utilidad exponencial del tipo CARA es igual a $X= A/2 \cdot V(W)$. Y, como se ha indicado antes, este resultado en realidad se puede aplicar a otro tipo de funciones con menos restricciones.

En definitiva, en nuestros modelos teóricos emplearemos la siguiente formulación del equivalente cierto:

$$EC = E(W) - \frac{A(E(W), V(W))}{2} \cdot V(W) \quad (\text{Eq. 3.3})$$

siendo A la aversión absoluta al riesgo. Y esta formulación del equivalente cierto es la función que vamos a maximizar.

Como hemos visto, esta función depende de la aversión absoluta al riesgo, $A = A(E(W), V(W))$. Bajo DARA y CRRA, la aversión absoluta se puede modelizar simplemente como $A = a/E(W)$ donde a es el coeficiente de aversión relativa constante al riesgo. Pero como el incluir la riqueza esperada en el coeficiente de aversión al riesgo complica enormemente los cálculos, en el ejercicio de optimización teórico emplearemos la aversión absoluta constante.

3.3 Elección óptima de instrumentos de gestión del riesgo

Existe abundante literatura acerca de las decisiones óptimas del productor en el caso de un seguro, tanto de la cantidad asegurada como del nivel de cobertura. Hay también un gran número de trabajos que estudian las elecciones óptimas de cobertura o *hedging*, tanto con futuros como con opciones o, en su mayoría, combinando ambas herramientas de un mismo mercado. Y existen también algunos estudios que contemplan la elección cuando hay dos tipos distintos de mecanismos disponibles para el agricultor. En los dos primeros casos, hay análisis realizados con solo riesgos de precios y otros que combinan riesgo de precios con riesgos de rendimientos.

Dado que en nuestro estudio queremos analizar el caso más complejo de la existencia de dos herramientas con riesgo básico y que incluir los rendimientos complica sensiblemente los cálculos, nos limitaremos en este estudio únicamente a los precios como variable de riesgo, no incluyendo la variabilidad de los rendimientos. Esto implica que el análisis que se lleva a cabo sería válido sólo para productos con altos riesgo de mercados pero rendimientos relativamente estables, como es el caso de la patata, pero no para productos donde hay fuerte riesgo de rendimientos, como por ejemplo los cereales.

Revisamos a continuación algunos de estos trabajos y algunos de sus resultados. Para ello emplearemos la siguiente notación (que será empleada también en capítulos subsiguientes):

Cuadro 3.1 Notación Seguro y Futuros

Notación	Significado
ϕ_F	Demanda de futuros, o elección del agricultor de la proporción de la producción a cubrir con los futuros
ϕ_I	Demanda del seguro, o elección del productor de la proporción de la producción cuyo precio desea asegurar.
\tilde{p}	Precio local (Variable aleatoria)
\tilde{f}	Precio del mercado de futuros (Variable aleatoria)
\tilde{i}	Indemnización del seguro (Variable aleatoria)
Cov_{xy}	Covarianza de dos variables aleatorias genéricas \tilde{x} e \tilde{y}
V_y	Varianza de una variables aleatorias genéricas \tilde{y}
β_{xy}	Coeficiente de la regresión de \tilde{x} en función de \tilde{y} . $\beta_{xy} = Cov_{xy} / V_y$

3.3.1 Optimización de la cantidad asegurada

Existen numerosos trabajos dedicados al estudio de los seguros agrarios, tanto a los seguros de cosechas como seguros de ingresos, seguros zonales y seguros individuales. Algunos de ellos analizan los efectos de los seguros sobre las decisiones de producción (Babcock y Hennessy, 1996), y otros analizan el seguro en sí mismo: sus características, su vulnerabilidad a fenómenos de riesgo moral y selección adversa, su demanda.

Así, por ejemplo, Gollier (1996) analiza las características óptimas de un seguro genérico basado en una variable correlacionada con la pérdida del asegurado. Para ello resuelve analíticamente las condiciones de Kuhn-Tucker del modelo de utilidad esperada, y como resultado obtiene que si $\beta_{xy} = 1$ (siendo \tilde{x} la pérdida individual e \tilde{y}

la variable índice en que se basa el seguro), el seguro óptimo requiere una franquicia fija. Si $\beta_{xy} > 1$, la franquicia es función decreciente de la pérdida.

La mayor parte de los estudios aplicados a seguros agrarios se refieren a seguros de rendimientos. Miranda (1991) y Mahul (1999) analizan la demanda de un seguro zonal, el primero maximizando la diferencia de varianzas y el segundo maximizando la utilidad, y ambos resuelven de forma analítica. Miranda concluye que la demanda óptima depende del coeficiente de la regresión de los rendimientos individuales en función de los zonales (β_{xy}) así como del que sería el coeficiente de la regresión de los rendimientos zonales en función de las indemnizaciones (β_{yi}). El trabajo de Mahul se plantea para un caso más general en que no está definido el seguro ni por tanto la variable indemnizaciones, y concluye que el nivel de acogida simplemente es igual al valor absoluto del coeficiente de la regresión de los rendimientos individuales en función de los zonales (β_{xy}), y calcula el rendimiento crítico óptimo (o rendimiento garantizado óptimo) a partir del cual se generan las indemnizaciones, que depende de la aversión al riesgo, de los costes del seguro, etc.

A pesar de que teóricamente el seguro tiene un papel significativo en la reducción del riesgo y consecuentemente en el bienestar de los agricultores, la acogida real a los mismos apenas se daría si no existiesen subvenciones. Pero no es fácil explicar esta reducida demanda por los seguros. Goodwin y Smith (1996) argumentan que los agricultores sencillamente no son aversos al riesgo y, como resultado, no están dispuestos a pagar el precio que el seguro privado viable requeriría. Goodwin (2001) lo matiza, afirmando que la evidencia sugiere que los agricultores no son fuertemente aversos al riesgo, y podrían no tener una alta disposición a pagar por el seguro. Finalmente, Goodwin (2003) plantea que quizás la falta de demanda del seguro no se deba a la baja aversión al riesgo de los agricultores, sino a otros factores que puedan afectar sus decisiones de gestión del riesgo, a restricciones o a disponibilidad de otras herramientas de gestión.

Asumiendo que los agricultores sean aversos al riesgo, la escasa demanda por seguros no subvencionados se explica frecuentemente por la necesidad de fijar primas excesivas para combatir el riesgo moral, o por la selección adversa o antiselección que se produce cuando las primas no están bien ajustadas a los riesgos individuales (información asimétrica) (Just y Pope, 2003).

Uno de los pocos estudios con datos de explotación, que no ignoran los riesgos individuales, realizado por Just et al. (1999), encuentra que las desigualdades en las subvenciones debidas a la antiselección explican la participación en el seguro en el supuesto de neutralidad al riesgo.

Wang et al. (1998) estudian empíricamente qué factores afectan a la participación (% de superficie asegurada) y al bienestar de los agricultores en distintos tipos de seguros: individuales y zonales, en presencia y en ausencia de futuros. La optimización numérica y técnicas de simulación muestran que dichos factores son el nivel de cobertura o rendimiento crítico, los recargos de las primas, y la correlación existente entre los rendimientos individuales y los zonales.

3.3.2 Optimización de la cobertura con futuros

Existe una extensa literatura acerca de la cobertura con futuros para productos agrarios. El ratio de cobertura óptimo o porcentaje óptimo de la producción que el agricultor desea cubrir del riesgo de precios ha sido estudiada tanto asumiendo sólo la variabilidad de los precios, como en un contexto en que también la producción es aleatoria.

Existen muchos modelos de cobertura óptima, y varían en sus hipótesis acerca de la determinación de los precios de futuros y de mercado, el sesgo de los futuros, la aversión al riesgo y otros factores (Ward y Fletcher, 1971; Berck, 1981).

El caso más sencillo, en que sí hay riesgo básico pero no se tiene en cuenta el riesgo de la producción, y se considera el mercado insesgado, es un clásico de la literatura (Kahl, 1983; Benninga et al., 1983; Moschini y Lapan, 1995). Todos los autores coinciden en que el ratio óptimo de acogida a los futuros ϕ_F^* es igual a la pendiente de la regresión de los precios locales en función de los precios de los futuros β_{pf} .

$$\phi_F^* = \beta_{pf} = Cov_{pf} / V_f \quad (\text{Eq. 3.4})$$

Cuando el mercado es sesgado, y la función de utilidad es CARA, el óptimo tiene dos sumandos:

$$\phi_F^* = \frac{f_0 - E_f}{AqV_f} + \frac{Cov_{pf}}{V_f} \quad (\text{Eq. 3.5})$$

siendo f_0 el precio de venta del futuro, E_f la esperanza matemática de los precios del futuro en el momento de deshacer la operación, A la aversión absoluta al riesgo, q la producción total del agricultor, Cov_{pf} la covarianza de los precios locales y los de futuros y V_f la varianza de los precios de futuros. Estos resultados son independientes de que se maximice la utilidad esperada directamente o la media-varianza (Lapan y Moschini, 1994).

Según Harwood et al. (1999), cuando la producción no es aleatoria, los ratios de cobertura que minimizan el riesgo están generalmente cerca pero son ligeramente menores que 1,0 (se cubriría toda la producción, pero el riesgo básico hace que el óptimo sea menor al 100%). Sin embargo, cuando la producción es incierta, el óptimo es sustancialmente menor al 100%. Esta situación se debe a que la correlación negativa entre precios y rendimientos constituye una “cobertura natural” estabilizadora de los ingresos inherente al sistema (McKinnon, 1967).

Los trabajos que sí tienen en cuenta el riesgo de la producción se remontan a McKinnon (1967), que muestra que la correlación entre el precio y la producción es crucial. Tras McKinnon, quien minimiza la varianza de los ingresos, muchos otros autores han estudiado la cobertura óptima en el mercado de futuros con riesgos de precios y de producciones, mediante la maximización media-varianza, como son: Rolfo (1980); Newbery y Stiglitz (1981); Anderson y Danthine (1983); Hirshleifer (1988) (quienes resuelven el problema de forma analítica) y Plato (1988); Miller y Kahl (1989); Grant (1989) (con resolución empírica o numérica). El óptimo mediante el método media-varianza puede expresarse como:

$$\phi_F^* = \frac{f_0 - E_f}{AE_q V_f} + \frac{Cov(\tilde{p}\tilde{q} / E_q, \tilde{f})}{V_f} \quad (\text{Eq. 3.6})$$

Siendo \tilde{q} la producción total aleatoria y $Cov(\tilde{p}\tilde{q} / E_q, \tilde{f})$ la covarianza entre los precios de futuros y unos ingresos unitarios producto del precio aleatorio por la producción aleatoria dividida por la producción esperada.

Lapan y Moschini (1994) realizan el cálculo de la elección óptima mediante la maximización directa de la utilidad esperada, demostrando que en el caso de que se tenga en cuenta la variabilidad de los rendimientos, los resultados no coinciden con los obtenidos por el método media-varianza. En el caso del empleo directo de la utilidad esperada, aún cuando el mercado se considera insesgado, la aversión al riesgo influye en el óptimo, lo cual no ocurre con el resultado media-varianza.

3.3.3 Optimización cuando hay dos tipos distintos de instrumentos disponibles para el agricultor

Existen muchos trabajos en que se busca el óptimo de cobertura de futuros y opciones. Lapan et al. (1991) deducen que, en el caso de que el mercado de futuros y opciones sea insesgado, la cobertura óptima requiere únicamente de los futuros,

siendo las opciones redundantes. Las opciones se usan con fines especulativos debido al sesgo de los mercados. Moschini y Lapan (1995) resuelven analíticamente la maximización de la utilidad esperada en presencia de riesgo de la producción, concluyendo que el riesgo conjunto de producción y precios proporciona un papel útil de cobertura a las opciones. Es decir, aún en presencia de un mercado insesgado, la actitud ante el riesgo puede llevar a contratar opciones. Coble et al. (2000) y Mahul (2003) hallan de forma empírica la cobertura óptima de futuros y opciones en presencia de seguros, tanto de rendimientos como de ingresos.

En estos estudios, el riesgo básico es el mismo, ya que futuros y opciones se negocian en el mismo mercado. En lo que se refiere a dos herramientas con riesgo básico distinto, tenemos los desarrollos analíticos media-varianza de Frechette (2000) y de Mahul (2003). Frechette (2000) analiza la demanda de cobertura con futuros en dos mercados distintos, uno local, con precios semejantes a los del agricultor, y otro lejano, en el que existe riesgo básico. Mahul (2003) estudia la demanda de un seguro individual (que en realidad funciona como un contrato a plazo, ya que cubre el 100% de las pérdidas, es decir, la función del precio resultante no está truncada), y unos futuros con precios distintos a los individuales pero correlacionados. Lógicamente, los resultados de ambos autores son semejantes. A fin de facilitar su comparación con los de esta tesis, los podemos expresar como aparecen en las ecuaciones 3.7 y 3.8:

$$\phi_F^* = \frac{(f_0 - E_f)V_p + (P_0 - E_p)Cov_{pf}}{2A(V_pV_f - Cov_{pf}^2)} \quad (\text{Eq. 3.7})$$

$$\phi_{FC}^* = 1 + \frac{(P_0 - E_p)V_f - (f_0 - E_f)Cov_{pf}}{2A(V_pV_f - Cov_{pf}^2)} \quad (\text{Eq. 3.8})$$

Hacemos notar que el 2 en el denominador procede de la función a maximizar empleada, que es $EC = E(W) - A \cdot V(W)$ en lugar de $EC = E(W) - \frac{A}{2} \cdot V(W)$

Como dice Frechette (2000 p. 897), “*las estrategias de cobertura típicamente asumen que la cobertura no tiene costes, y que únicamente existe un mercado de futuros*”. Por ello, un factor clave, tanto del análisis teórico de esta tesis como de su aplicación numérica, es que valoraremos los costes de las herramientas de gestión del riesgo así como la posibilidad de disponer de distintas herramientas con riesgos básicos bien diferenciados. Sin embargo, hemos podido comprobar que los resultados a los que llegamos en el desarrollo analítico para dos herramientas de gestión de riesgo con riesgo básico, son semejantes a los obtenidos por Just y Pope (2002) para la elección óptima de un agricultor entre dos cultivos. Así, mediante el mismo modelo de media-varianza, y denominando ϕ_1 y ϕ_2 a la superficie a asignar a dos cultivos 1 y 2 respectivamente, tenemos que la solución óptima de la maximización sin restricciones podríamos expresarla como:

$$\phi_1^* = \frac{N_1 V_2 - N_2 Cov_{12}}{A(V_1 V_2 - Cov_{12}^2)} \quad (\text{Eq. 3.9})$$

siendo N_1 el beneficio esperado por hectárea para el cultivo 1.

Si la superficie total del agricultor para asignar es ϕ_T , la optimización de las superficies a asignar sometida a la restricción $\phi_1 + \phi_2 = \phi_T$ viene dada por la ecuación:

$$\phi_1^* = \frac{N_1 - N_2 - A\phi_T (Cov_{12} - V_2)}{A(V_1 + V_2 - 2Cov_{12})} \quad (\text{Eq. 3.10})$$

3.4 La Simulación

Se han empleado numerosas metodologías de simulación con riesgo, si bien los autores muestran preferencia por dos de ellas:

- Simulación histórica, tomando como variables de partida los datos históricos o de años anteriores.
- Simulación estadística (ver, por ejemplo, Rubinstein, 1981). Consiste en obtener aleatoriamente valores provenientes de cada distribución de probabilidad de las variables. Se aplica el modelo a cada uno de estos valores, y se obtiene así una distribución de probabilidades de los valores de los resultados del modelo. Facilita, por ejemplo, el cálculo del equivalente cierto, al obtenerse la distribución de probabilidades de la función de utilidad.

La simulación estadística es denominada frecuentemente con el nombre de Simulación Monte Carlo, aunque este nombre se refiere más estrictamente a la técnica de muestreo clásicamente empleada o Muestreo Monte Carlo (Hammersley y Handscomb, 1965). En ella, el muestreo es enteramente aleatorio, una muestra dada puede caer en cualquier sitio dentro del rango de la distribución de la variable. Lógicamente, las muestras tienen mayor probabilidad de ser tomadas en las zonas de la distribución que tienen mayor probabilidad de ocurrencia. Con un número suficientemente grande de iteraciones, el Muestreo Monte Carlo reproducirá la distribución (Hardaker et al., 1997 p.46).

Sin embargo, la aleatoriedad de su muestreo supone que obtendrá por exceso y por defecto muestras de partes diversas de la distribución y no es fiable que reproduzca la forma de la distribución a menos que se lleven a cabo un gran número de iteraciones. Desarrollos recientes, como el “*Latin Hypercube Sampling*”, que se basa

en la técnica de muestreo estratificado sin reemplazo (Iman et al., 1980), permiten mejorar el nivel de precisión en la reproducción de la función de probabilidad (Vose, 2000 p. 59). Por todo ello, ésta será la opción elegida.

Las técnicas de remuestreo estadístico o “Bootstrapping” (Davison y Hinkley, 1997), empleadas por Calatrava Leyva (2002), Coble et al. (2000), etc., constituyen una posibilidad adicional al uso de la simulación Monte-Carlo. Mediante series repetidas de simulaciones permitirían calcular, por ejemplo, el error cometido en la estimación del equivalente cierto.

Las simulaciones estadísticas han sido empleadas en muchos trabajos, para simular todo tipo de modelos. Entre ellos, los que reproducen escenarios con diversas herramientas de gestión del riesgo, a fin de comparar los beneficios obtenidos por los agricultores, frecuentemente en términos de utilidad o equivalente cierto, y los costes para el estado. Cabe citar los de Hennessy et al. (1997), en que simulan seguros de ingresos y la política agraria aprobada en Estados Unidos en 1990; Turvey (1992) lo aplica a la tarificación de los seguros de rendimientos, de precios y de ingresos; Meuwissen et al. (1999) comparan el seguro de rendimientos y del seguro de ingresos desde el punto de vista de su coste y de su eficiencia en la reducción del riesgo de los ingresos; Meuwissen et al. (2000) y Meuwissen (2000) para ilustrar las diferencias entre el seguro de ingresos, y la combinación de seguros de rendimientos y precios; Bielza et al. (2004) comparan los efectos de un seguro de rendimientos y un seguro de ingresos con distintos escenarios políticos, unos reales y otros supuestos.

3.5 Conclusiones

Los agricultores muestran una cierta propensión a rehuir el riesgo, exhibiendo preferencias caracterizadas por la aversión al mismo. Parece que la función de utilidad más probable es de tipo DARA y CRRA con coeficiente de aversión relativa entre 0 y 4.

Para estudiar la elección óptima de los agricultores frente a dos herramientas de aversión al riesgo es aceptado y conveniente por su sencillez emplear una modelización del equivalente cierto de tipo Media Varianza. Ésta será la que se empleará en la optimización analítica, con aversión al riesgo CARA, y a partir de ella se realizará una aplicación empírica. Con el objetivo de realizar una comprobación de los resultados, se realizará una simulación de tipo Monte Carlo, que permitirá además observar las funciones de distribución de las variables resultantes. En el capítulo 6 se explica la simulación numérica Monte Carlo. Esta simulación se realizará empleando el “*Latin Hypercube Sampling*”, y la función de utilidad empleada será DARA-CRRA.

El ejercicio de optimización general se hará para dos instrumentos con riesgo básico (contratos de futuros y un seguro de precios y dos contratos de futuros de diferentes mercados) teniendo en cuenta los costes de ambos instrumentos. Se realizará también la optimización para el caso en que sólo uno de dichos instrumentos tenga riesgo básico (el seguro y un contrato a plazo), de modo que los resultados deberán concordar con los obtenidos por Frechette (2000) y Mahul (2003).

Comprobaremos que estos resultados también se pueden obtener para un seguro que sólo cubre pérdidas por debajo de un umbral, es decir, para el caso de la función truncada. Para ello, emplearemos el método de Chavas y Holt (1990) de expresar la función truncada “indemnizaciones” o “precio resultante tras las indemnizaciones” en función del precio original. Se realizará también la optimización

para el caso en que existiesen subvenciones, y el caso de que exista una restricción a la elección óptima.

Por último, plantearemos la estrategia a seguir por una entidad que propusiese un contrato a plazo al agricultor, con la misma modelización Media-Varianza. Se analizará cuál será la elección de óptima de esta entidad que buscase cubrir su riesgo en el mercado de futuros. Igualmente se calculará cuál será el recargo o prima equivalente que podría cargar al agricultor en concepto del riesgo del cual le protege.

Capítulo 4: El Marco Analítico

Tras examinar en el capítulo anterior la literatura sobre formulaciones conceptuales del riesgo y de las preferencias de los productores ante el mismo, en este capítulo se analizan la elección del agricultor ante algunas herramientas alternativas de gestión del riesgo de precios descritas en el capítulo 2. Comenzaremos con el caso más sencillo, en el epígrafe 4.1, en que existe únicamente un instrumento de gestión del riesgo, un seguro, y calculamos cuál sería la elección óptima del agricultor en dicho contexto.

El problema se complica cuando existen dos instrumentos distintos de gestión del riesgo. Los instrumentos objeto de análisis en el epígrafe 4.2 son los mercados de futuros y el seguro de precios. En todos los casos, se asume una correlación de la variable (precios de futuros e indemnizaciones) con los precios locales con coeficiente distinto de 1, situando el problema en un contexto de riesgo básico. Igualmente se muestra cuál sería la elección óptima ante dos mercados de futuros distintos con distinto riesgo básico.

En el epígrafe 4.3, se concreta el análisis a un supuesto en el que se ofrece al productor la opción de un contrato de venta a plazo y un seguro. En el caso del contrato a plazo, la correlación con los precios locales es total (el coeficiente de correlación es 1), con lo cual los resultados se pueden asimilar a los obtenidos por Frechette (2000) y Mahul (2003). En el mismo epígrafe se aborda de nuevo dicho análisis con una variante, que emplea la transformación de una función aleatoria truncada propuesta por Chavas y Holt (1990) para caracterizar la variable indemnización de un seguro de precios. Esta vía alternativa de análisis permite una formulación más concreta de las características del seguro de precios, si bien se demuestra que el resultado no difiere del obtenido mediante el procedimiento general. Para enriquecer dicho análisis y acercarlo al problema real, se realiza la optimización de la cobertura del agricultor con los dos instrumentos suponiendo que estos no se puedan yuxtaponer.

El capítulo se cierra con el último y cuarto epígrafe (4.4), en el cual se investiga la posibilidad de que el contrato de venta a plazo pudiera ser un servicio ofrecido por las cooperativas a sus socios, asumiendo que aquéllas pudiesen buscar apalancamiento en un mercado de futuros. De este análisis surge una formulación explícita del riesgo asumido por la cooperativa y del recargo que ésta podría cobrar al agricultor.

Este capítulo se limitará a presentar las soluciones matemáticas a los distintos problemas, dejando el análisis y discusión de los aspectos más cuantitativos para el capítulo dedicado a la aplicación empírica. Será entonces cuando, a la vista de las soluciones y resultados numéricos, cobrará mayor sentido interpretarlas bajo criterios de contenido económico.

4.1 Elección óptima de un instrumento: el seguro de precios

Siguiendo con el planteamiento del capítulo 3, consideremos un agricultor averso al riesgo que maximiza el equivalente cierto, representado por la función:

$$EC(W) = E(W) - \frac{A}{2} \cdot V(W)$$

siendo A la aversión absoluta al riesgo, de modo que: $A = A(E(W), V(W))$; W es la riqueza total; $E(\cdot)$ el operador de esperanza matemática; y $V(\cdot)$ la varianza.

El propósito de este primer análisis es determinar la elección óptima de un productor que tiene a su disposición una única herramienta de gestión del riesgo, por ejemplo un seguro. La riqueza del agricultor en el caso de que no tuviese ninguna herramienta a su disposición, vendría representada por la función:

$$W = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) \quad (\text{Eq. 4.1})$$

donde:

Cuadro 4.1 Notación general

Notación	Significado
W_0	Riqueza inicial
$\tilde{p} \cdot q$	Ingresos, siendo \tilde{p} el precio de venta aleatorio en el mercado local de origen y q la cantidad producida, considerada como no aleatoria
$C(q)$	Costes de producción, que son función de las decisiones de producción, representadas por q .

La herramienta a disposición del agricultor sería un seguro de precios, que denotamos con el subíndice I . Partimos de la hipótesis de que este seguro permite al agricultor cobrar una indemnización cada vez que el precio local o en origen descienda por debajo de un precio garantizado P_g . El seguro reportará un beneficio o una pérdida, que denominaremos Π .

De este modo, la riqueza del agricultor en este caso será igual a:

$$\tilde{W} = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) + \phi_I q (\Pi_I + S_I). \quad (\text{Eq. 4.2})$$

Siendo:

$$\Pi_I = \tilde{t} - E_i - C_I$$

Cuadro 4.2 Notación seguro de precios

Notación	Significado
Π_I	Beneficio neto del seguro de precios.
ϕ_I	Demanda del seguro, o elección del productor de la cantidad de producción cuyo precio desea asegurar, mediante el seguro de precios.
S_I	Subvención unitaria al seguro
\tilde{i}	Indemnización
E_i	Prima de riesgo (=Esperanza matemática de las indemnizaciones)
C_I	Costes del seguro

Tenemos, pues, dos variables aleatorias en el modelo:

\tilde{p} ó precio percibido por el agricultor en el mercado al contado en origen

\tilde{i} ó indemnización del seguro

las cuales están negativamente correlacionadas.

Calculamos la esperanza matemática y la varianza para obtener el equivalente cierto.

$$E(W) = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_I q (N_I + S_I) \quad (\text{Eq. 4.3})$$

Donde:

$$N_I = E(\Pi_I) = E_i - E_i - C_I = -C_I$$

$$V(W) = q^2 \left[V_p + \phi_I^2 V_i + 2\phi_I \text{Cov}_{pi} \right] \quad (\text{Eq. 4.4})$$

La derivación matemática para obtener la varianza $V(W)$ se remite al apéndice 4.1.1 (situado al final del capítulo).

El equivalente cierto resulta:

$$EC(W(\phi_I)) = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_I q (N_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 [V_p + \phi_I^2 V_i + 2\phi_I Cov_{pi}] \quad (\text{Eq. 4.5})$$

La formulación general del problema de elección óptima se representa como la maximización no restringida del equivalente cierto, expresado en función de la cantidad ϕ_i que representa la proporción de producción que se asegura con un seguro de precios.

Condiciones necesarias de primer orden:

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_I} = q(N_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 [2\phi_I V_i + 2Cov_{pi}] = 0 \quad (\text{Eq. 4.6})$$

Y la condición suficiente de segundo orden:

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_I^2} = -Aq^2 V_i < 0$$

Se cumple la condición de segundo orden.

Resolviendo la ecuación de primer orden:

$$(N_I + S_I) - Aq[\phi_I * V_i + Cov_{pi}] \equiv 0$$

Obtenemos:

$$\phi_I^* = \frac{N_I + S_I}{AqV_i} - \frac{Cov_{pi}}{V_i} \quad (\text{Eq. 4.7.a})$$

o lo que es lo mismo:

$$\phi_I^* = \frac{N_I + S_I}{Aq\sigma_i^2} - \frac{\sigma_p \rho_{pi}}{\sigma_i} \quad (\text{Eq. 4.7.b})$$

Observamos que la elección óptima tiene dos componentes: una que depende de los costes (o ganancias) esperadas del instrumento, en la cual también interviene la aversión al riesgo, y un segundo sumando que únicamente depende de los aspectos relacionados con el riesgo: varianzas y covarianzas.

Si no existiese subvención, el primer término sería sin duda negativo, ya que N_I representa los costes del seguro, que imputa la compañía aseguradora sumándolos a la prima actuarialmente justa. La cantidad elegida óptima será mayor cuanto menores sean los costes. El segundo término, sin embargo, será positivo, ya que la covarianza entre precios e indemnizaciones es negativa. Por ello, la elección óptima será mayor cuanto mayor sea la covarianza en valor absoluto, es decir, cuanto mayor sea la capacidad de reducción del riesgo del seguro.

Si observamos cuál es la influencia de la aversión al riesgo en la elección óptima mediante un análisis de estática comparativa, siendo la derivada parcial de la elección óptima respecto de la aversión absoluta al riesgo:

$$\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} = - \frac{N_I + S_I}{A^2 q \sigma_i^2}$$

deducimos que:

- ♦ Si el seguro tiene costes esperados netos ($N_I + S_I < 0$), entonces la derivada parcial es positiva, el aumento de la aversión al riesgo conlleva el aumento de la elección óptima.
- ♦ Si el seguro tuviese una subvención neta ($N_I + S_I > 0$), entonces el aumento de la aversión al riesgo conlleva una disminución de la elección óptima. Este resultado no parece muy intuitivo, pero tiene una explicación.

De este análisis se deduce el comportamiento racional del agricultor averso al riesgo: según el modelo media-varianza, existe un grado de cobertura óptimo independiente del nivel de aversión al riesgo del agricultor, que depende de la capacidad intrínseca de reducir el riesgo del instrumento considerado. Al haber un coste asociado al instrumento (el primer caso), la cantidad asegurada óptima disminuye debido a dicho coste, pero aumenta conforme aumenta la aversión al riesgo. Es decir, una mayor aversión al riesgo lleva asociada una disposición a pagar que cuanto mayor sea más compensaría dicho coste. En el segundo caso, en el que el seguro supone una subvención neta, la elección óptima es mayor que el óptimo asociado al riesgo debido a esta subvención, se está sobreasegurando, buscando una mayor renta media. Pero el sobreasegurar conlleva un incremento del riesgo. Por ello, si la aversión al riesgo fuese extremadamente alta, apenas habría sobreaseguramiento respecto al óptimo.

4.2 El caso general: la elección entre dos instrumentos con riesgo básico

4.2.1 El caso de un contrato de futuros y un seguro individual

El propósito de este análisis es determinar la elección óptima de un productor que se enfrenta a dos herramientas de gestión de riesgo no excluyentes. Las herramientas a disposición del agricultor son los contratos de futuros, que denotamos con el subíndice F , y el seguro de precios que denotamos con I . Partimos de la hipótesis de que este seguro permite al agricultor cobrar una indemnización cada vez que el precio local o en origen descienda por debajo de un precio garantizado P_g . Cada una de estas herramientas reportará un beneficio o una pérdida, que unido al coste de la herramienta en sí, denominaremos Π . De este modo, la riqueza del agricultor en este caso será igual a :

$$\tilde{W} = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) + \phi_F q \Pi_F + \phi_I q \Pi_I. \quad (\text{Eq. 4.8})$$

Π_F y Π_I son funciones de variables aleatorias. La media y varianza de la función riqueza (y por tanto el equivalente cierto), dependen de cómo sean estas funciones. Hemos realizado esta optimización para múltiples funciones, tanto de seguros y opciones (funciones truncadas) como de contratos de futuros y a plazo, siendo los resultados en todos los casos equivalentes. Así, aquí mostraremos el caso de los futuros y el seguro, en el que estas funciones son de la forma:

$$\Pi_F = f_0 - \tilde{f} - C_F$$

$$\Pi_I = \tilde{t} - E_i - C_I$$

Siendo:

Cuadro 4.3 Notación contrato de futuros y seguro de precios

Notación	Significado
Π_F	Beneficio neto del contrato de futuros.
Π_I	Beneficio neto del seguro de precios.
ϕ_F	Demanda de futuros, o elección del agricultor de la cantidad de producción a cubrir con los futuros
ϕ_I	Demanda del seguro, o elección del productor de la cantidad de producción cuyo precio desea asegurar, mediante el seguro de precios.
f_0	Precio de venta del futuro
\tilde{f}	Precio del mercado de futuros
\tilde{i}	Indemnización
E_i	Prima de riesgo (=Esperanza matemática de las indemnizaciones)
C_F y C_I	Costes de operar con futuros y del seguro, respectivamente

Tenemos, pues, tres variables aleatorias en el modelo:

\tilde{p} , o precio percibido por el agricultor en el mercado al contado en origen

\tilde{f} , o precio del mercado de futuros

\tilde{i} , o indemnización del seguro

de las cuales, los precios locales y las indemnizaciones están negativamente correlacionadas, mientras que precios locales y de futuros se espera que lo estén positivamente.

Nótese que los resultados que se obtengan para el seguro de precios serían semejantes a los de una opción de venta.

Calculamos la esperanza matemática y la varianza para obtener el equivalente cierto.

$$E(W) = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_F q N_F + \phi_I q N_I$$

Donde:

$$N_F = E(\Pi_F) = f_0 - E_f - C_F$$

$$N_I = E(\Pi_I) = E_i - E_i - C_I = -C_I$$

$$V(W) = q^2 \left[V_p + \phi_F^2 V_f + \phi_I^2 V_i - 2\phi_F \text{Cov}_{pf} + 2\phi_I \text{Cov}_{pi} - 2\phi_F \phi_I \text{Cov}_{fi} \right]$$

La derivación matemática para obtener la varianza $V(W)$ se remite al apéndice 4.1.1 (situado al final del capítulo).

El equivalente cierto resulta:

$$\begin{aligned} EC(W(\phi_F, \phi_I)) &= W_0 + E_p q - C(q) + \phi_F q N_F + \phi_I q N_I \\ &- \frac{A}{2} q^2 \left[V_p + \phi_F^2 V_f + \phi_I^2 V_i - 2\phi_F \text{Cov}_{pf} + 2\phi_I \text{Cov}_{pi} - 2\phi_F \phi_I \text{Cov}_{fi} \right] \end{aligned} \quad (\text{Eq. 4.9})$$

La formulación general del problema de elección óptima se representa como la maximización no restringida del equivalente cierto, expresado en función de las cantidades, ϕ_I y ϕ_F , que representan respectivamente la proporción de producción que se asegura con un seguro de precios y que se contrata en el mercado de futuros.

Condiciones necesarias de primer orden:

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_F} = qN_F - \frac{A}{2}q^2[2\phi_F V_f - 2Cov_{pf} - 2\phi_I Cov_{fi}] = 0 \quad (\text{Eq. 4.10})$$

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_I} = qN_I - \frac{A}{2}q^2[2\phi_I V_i + 2Cov_{pi} - 2\phi_F Cov_{fi}] = 0 \quad (\text{Eq. 4.11})$$

Y las condiciones suficientes de segundo orden:

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_f^2} = -Aq^2 V_f < 0$$

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_i^2} = -Aq^2 V_i < 0$$

$$H = \begin{vmatrix} -Aq^2 V_f & Aq^2 Cov_{fi} \\ Aq^2 Cov_{fi} & -Aq^2 V_i \end{vmatrix} = A^2 q^4 (V_f V_i - Cov_{fi}^2) = A^2 q^4 \sigma_f^2 \sigma_i^2 (1 - \rho_{fi}^2) > 0$$

Se cumplen las condiciones de segundo orden, por lo que las de primer orden son también suficientes.

Resolviendo el sistema de ecuaciones de las condiciones de primer orden:

$$N_f - Aq[\phi_F * V_f - \phi_I * Cov_{fi} - Cov_{pf}] \equiv 0$$

$$N_I - Aq[-\phi_F * Cov_{fi} + \phi_I * V_i + Cov_{pi}] \equiv 0$$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$\phi_F^* = \frac{N_F V_i + N_I Cov_{if}}{Aq[V_i V_f - Cov_{if}^2]} + \frac{Cov_{pf} V_i - Cov_{pi} Cov_{if}}{V_i V_f - Cov_{if}^2} \quad (\text{Eq. 4.12.a})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_I V_f + N_F Cov_{if}}{Aq[V_i V_f - Cov_{if}^2]} - \frac{Cov_{pi} V_f - Cov_{pf} Cov_{if}}{V_i V_f - Cov_{if}^2} \quad (\text{Eq. 4.13.a})$$

o lo que es lo mismo:

$$\phi_F^* = \frac{N_F \sigma_i^2 + N_I \rho_{if} \sigma_i \sigma_f}{Aq \sigma_i^2 \sigma_f^2 (1 - \rho_{if}^2)} + \frac{\sigma_p (\rho_{pf} - \rho_{pi} \rho_{if})}{\sigma_f (1 - \rho_{if}^2)} \quad (\text{Eq. 4.12.b})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_I \sigma_f^2 + N_F \rho_{if} \sigma_i \sigma_f}{Aq \sigma_i^2 \sigma_f^2 (1 - \rho_{if}^2)} - \frac{\sigma_p (\rho_{pi} - \rho_{pf} \rho_{if})}{\sigma_i (1 - \rho_{if}^2)} \quad (\text{Eq. 4.13.b})$$

Vemos que en el caso de dos instrumentos, del mismo modo que en el que sólo hay uno, la elección óptima viene dada por dos términos: uno que depende, entre otros factores, de los costes esperados de los distintos instrumentos, así como de la aversión al riesgo, y otro que depende únicamente de los aspectos relacionados con la capacidad de reducir el riesgo de los instrumentos. En este segundo término influyen tanto las covarianzas de las variables asociadas a los instrumentos con los precios locales (Cov_{pf} , Cov_{pi}), como las covarianzas de las variables asociadas a los dos instrumentos entre sí (Cov_{if}).

Observamos que la influencia de las varianzas y covarianzas es fundamental en la elección. Su importancia se revela incluso en cómo afecta la aversión al riesgo a la elección óptima. No se puede afirmar que al aumentar la aversión al riesgo aumente la cantidad acogida al seguro o la contratada en el mercado de futuros, sino que depende tanto de los resultados netos, N_F y N_I , como de los valores de las varianzas y

covarianzas, tal y como se puede apreciar en el análisis de estática comparativa que mostramos a continuación.

$$\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} = - \frac{N_F V_i + N_I Cov_{if}}{A^2 q[V_i V_f - Cov_{if}^2]} \quad (\text{Eq. 4.14})$$

$$\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} = - \frac{N_I V_f + N_F Cov_{if}}{A^2 q[V_i V_f - Cov_{if}^2]} \quad (\text{Eq. 4.15})$$

Analizamos los signos de estas derivadas parciales teniendo en cuenta que el denominador es siempre positivo, las varianzas lo son, y la covarianza de indemnizaciones y futuros es probablemente negativa (dado que la de los futuros y precios locales es positiva y la de precios locales e indemnizaciones es negativa).

Lo más plausible es que tanto el seguro como los futuros tengan costes netos ($N_F < 0$ y $N_I < 0$), en cuyo caso podemos establecer que:

Si $|N_F V_i| > |N_I Cov_{if}|$ entonces $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} > 0$ no pudiendo afirmar nada sobre el signo de $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A}$

Si $|N_F V_i| < |N_I Cov_{if}|$ entonces $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} < 0$ no pudiendo afirmar nada sobre el signo de $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A}$

Si $|N_I V_f| > |N_F Cov_{if}|$ entonces $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} > 0$ no pudiendo afirmar nada sobre el signo de $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A}$

Si $|N_I V_f| < |N_F Cov_{if}|$ entonces $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} < 0$ no pudiendo afirmar nada sobre el signo de $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A}$

Esto quiere decir que tanto podemos obtener casos en que el óptimo de cobertura o de acogida de ambos instrumentos sea mayor cuanto mayor sea la aversión al riesgo del agricultor, como que sea menor, como que sea mayor para uno y menor para el otro. Para entender mejor estos resultados suponemos semejantes los costes de ambos instrumentos, y observamos que, para dos herramientas genéricas 1 y 2:

Si $|\sigma_1| > |\rho\sigma_2|$ entonces $\frac{\partial\phi_2^*}{\partial A} > 0$ no pudiendo afirmar nada de $\frac{\partial\phi_1^*}{\partial A}$

Si $|\sigma_1| < |\rho\sigma_2|$ entonces $\frac{\partial\phi_2^*}{\partial A} < 0$ no pudiendo afirmar nada de $\frac{\partial\phi_1^*}{\partial A}$

Para verificar la lógica de estos signos de forma intuitiva analizamos los casos extremos de correlación entre las variables de las dos herramientas:

- ♦ Si $|\rho| \approx 1$ entonces $\sigma_1 > \sigma_2 \Rightarrow \frac{\partial\phi_2^*}{\partial A} > 0$ y $\frac{\partial\phi_1^*}{\partial A} < 0$. Si las herramientas son similares y están muy relacionadas, la mayor aversión al riesgo hará que se contrate más de aquella con menor variabilidad (la 2) y menos de la más “arriesgada” (la 1).
- ♦ Si $|\rho| \approx 0$ entonces siempre va a ocurrir que $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} > 0 \Rightarrow \frac{\partial\phi_2^*}{\partial A} > 0$ y de igual modo que $\frac{\sigma_2}{\sigma_1} > 0 \Rightarrow \frac{\partial\phi_1^*}{\partial A} > 0$, es decir, las herramientas no son sustitutivas: el incremento de la aversión al riesgo tenderá a aumentar el nivel de acogida óptimo de ambas.

Prosiguiendo con el análisis general, podemos establecer que si tanto los futuros como el seguro tuviesen una ganancia neta ($N_F > 0$ y $N_I > 0$), el signo de las derivadas parciales sería el contrario.

En caso de que N_F y N_I tengan distinto signo, como puede ser, por ejemplo, si el seguro percibe una subvención neta positiva (que incluiríamos dentro del término N_I ,

resultando en $N_F < 0$ y $N_I > 0$), el resultado es el mismo independientemente de las dimensiones de los productos de N_F y N_I con las varianzas y covarianzas. Este resultado es: $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} > 0$ y $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} < 0$ para el caso mencionado, lo cual puede tener una explicación lógica: el nivel de acogida óptimo del neutral al riesgo dependerá únicamente de los resultados netos, asignándose por ello, en este caso, la máxima cantidad al seguro y la mínima a los futuros. Pero conforme aumenta la aversión al riesgo la elección óptima de una u otra herramienta dejará de basarse tan sólo en los resultados esperados N_F y N_I , y empezará a depender también de la capacidad del instrumento de reducir el riesgo, con lo que estas elecciones extremas se irán suavizando.

4.2.2. El caso de dos contratos de futuros

Se analiza ahora el caso de dos mercados de futuros. El objetivo es, nuevamente, maximizar el equivalente cierto de un agricultor. Pongamos el ejemplo de dos mercados de futuros de patata, el de AEX-Euronext de Ámsterdam y el de la Warenterminbörse (WTB) de Hannover. Así, denominaremos “H” a los futuros de Ámsterdam, y “G” a los de Hannover. Cada una de estas herramientas reportará al agricultor un beneficio o una pérdida que, unido al coste de la herramienta en sí, denominaremos Π . Así, tenemos que:

Cuadro 4.4 Notación para el caso de dos mercados de futuros

Símbolo	Significado
Π_G	Beneficio neto reportado por los futuros de Alemania
Π_H	Beneficio neto reportado por los futuros de Holanda
ϕ_G	Demanda de los futuros de Alemania o elección del agricultor de la cantidad de producción a cubrir con estos futuros
ϕ_H	Demanda de los futuros de Holanda

Entonces, la riqueza del agricultor en este caso será igual a:

$$W = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) + \phi_G q \Pi_G + \phi_H q \Pi_H. \quad (\text{Eq. 4.16})$$

La resolución de este problema se remite al apéndice 4.2.2, siendo los resultados de la optimización:

$$\phi_G^* = \frac{N_G V_h - N_H \text{Cov}_{gh}}{Aq[V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2]} + \frac{\text{Cov}_{pg} V_h - \text{Cov}_{ph} \text{Cov}_{gh}}{V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2} \quad (\text{Eq. 4.17.a})$$

$$\phi_H^* = \frac{N_H V_g - N_G \text{Cov}_{gh}}{Aq[V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2]} + \frac{\text{Cov}_{ph} V_g - \text{Cov}_{pg} \text{Cov}_{gh}}{V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2} \quad (\text{Eq. 4.18.a})$$

o expresado de otra forma:

$$\phi_G^* = \frac{N_G \sigma_h^2 - N_H \rho_{gh} \sigma_g \sigma_h}{Aq \sigma_g^2 \sigma_h^2 (1 - \rho_{gh}^2)} + \frac{\sigma_p (\rho_{pg} - \rho_{ph} \rho_{gh})}{\sigma_g (1 - \rho_{gh}^2)} \quad (\text{Eq. 4.17.b})$$

$$\phi_H^* = \frac{N_H \sigma_g^2 - N_G \rho_{gh} \sigma_g \sigma_h}{Aq \sigma_g^2 \sigma_h^2 (1 - \rho_{gh}^2)} + \frac{\sigma_p (\rho_{ph} - \rho_{pg} \rho_{gh})}{\sigma_h (1 - \rho_{gh}^2)} \quad (\text{Eq. 4.18.b})$$

siendo $N_G = E(\Pi_G)$ y $N_H = E(\Pi_H)$. La interpretación de estos resultados es análoga a la de las ecuaciones 4.12 y 4.13 (a o b).

4.3 La elección entre un contrato a plazo y un seguro de precios

4.3.1 El caso de un contrato a plazo y un seguro de precios

Analizaremos a continuación la elección óptima de un agricultor que tiene a su disposición un seguro de precios y un contrato a plazo, mediante el cual puede vender su producción a un precio fijo pactado. Tenemos, por lo tanto, dos herramientas con riesgo básico distinto: el seguro basado en un índice zonal tiene riesgo básico, mientras que el contrato a plazo no lo tiene al afectar directamente al precio real obtenido por el agricultor.

Denominamos “ FC ” al contrato a plazo e “ I ” al seguro. Cada una de estas herramientas reportará un beneficio o una pérdida, que unido al coste de la herramienta en sí, denominaremos Π . Entonces, la riqueza del agricultor en este caso será igual a:

$$W = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) + \phi_{FC} q \Pi_{FC} + \phi_I q \Pi_I. \quad (\text{Eq. 4.19})$$

Siendo:

$$\Pi_{FC} = p_0 - \tilde{p} - C_{FC}$$

$$\Pi_I = \tilde{I} - E_i - C_I$$

donde:

Cuadro 4.5 Notación contrato a plazo y seguro

Símbolo	Significado
Π_{FC}	Beneficio neto reportado por el contrato a plazo.
Π_I	Beneficio neto reportado por el seguro de precios.
ϕ_{FC}	Demanda del contrato a plazo
ϕ_I	Demanda del seguro
p_0	Precio acordado en el contrato a plazo.
\tilde{p}	Precio local final
\tilde{i}	Indemnización
E_i	Prima de riesgo (=Esperanza matemática de las indemnizaciones)
C_{FC} y C_I	Costes del contrato a plazo y del seguro respectivamente

Tenemos, pues, dos variables aleatorias en el modelo:

\tilde{p} , o precio percibido por el agricultor

\tilde{i} , o indemnización

ambas negativamente correlacionadas.

El equivalente cierto:

$$EC = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q N_{FC} + \phi_I q N_I - \frac{A}{2} q^2 \left[V_p (1 - \phi_{FC})^2 + \phi_I^2 V_i + 2(1 - \phi_{FC}) \phi_I Cov_{pi} \right] \quad (\text{Eq. 4.20})$$

Donde:

$$N_{FC} = E(\Pi_{FC}) = p_0 - E_p - C_{FC}$$

$$N_I = E(\Pi_I) = -C_I$$

Los resultados del problema de optimización sin restricciones, resuelto en el apéndice 4.2.1, son:

$$\phi_{FC}^* = \frac{N_{FC}V_i + N_I Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{pi}^2]} + 1 \quad (\text{Eq. 4.21.a})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_IV_p + N_{FC}Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{ip}^2]} \quad (\text{Eq. 4.22.a})$$

o lo que es lo mismo:

$$\phi_{FC}^* = \frac{N_{FC}\sigma_i^2 + N_I\rho_{pi}\sigma_i\sigma_p}{Aq\sigma_i^2\sigma_p^2(1 - \rho_{pi}^2)} + 1 \quad (\text{Eq. 4.21.b})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_I\sigma_p^2 + N_{FC}\rho_{pi}\sigma_i\sigma_p}{Aq\sigma_i^2\sigma_p^2(1 - \rho_{pi}^2)} \quad (\text{Eq. 4.22.b})$$

Se comprueba que estos resultados coinciden con los de Mahul (2003) y se pueden obtener directamente de la aplicación de los resultados del caso de futuros y seguro, considerando que:

$$\begin{aligned} V_f &= V_p \\ Cov_{pf} &= V_p \\ Cov_{fi} &= Cov_{pi} \end{aligned}$$

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en el epígrafe anterior, en el cual intervenían dos mercados con riesgo básico, observamos que en ese caso las elecciones óptimas dependían de dos sumandos: uno, función de los valores esperados

y de la aversión al riesgo, y otro que únicamente dependía de las varianzas y covarianzas. Este segundo sumando definía cuál sería la elección óptima teniendo en cuenta únicamente la capacidad de reducción del riesgo de los instrumentos. En este caso, encontramos que se mantiene el primer sumando que depende de los costes esperados de ambos instrumentos y de la aversión al riesgo del agricultor. Pero el segundo sumando es igual a la unidad para la cantidad elegida óptima de futuros y no existe o se hace cero, para la elección de aseguramiento.

Esto se debe a que el contrato a plazo reduce teóricamente el riesgo a cero, no existiendo ningún riesgo residual para el agricultor, ya que el coeficiente de correlación entre sus precios locales y los del contrato a plazo es igual a 1. Por ello, la elección óptima para un agricultor averso al riesgo, teniendo en cuenta únicamente la capacidad de reducción del riesgo de los instrumentos, sería vender el 100% de la producción mediante un contrato a plazo y no acogerse a ningún otro instrumento que tuviese riesgo básico.

4.3.2 Un contrato a plazo y un seguro individual con la transformación de Chavas y Holt (1990)

Dado que los parámetros (media, varianza y covarianzas) de las indemnizaciones no se conocen, se hace necesario simularlas para hallarlos empíricamente. Sin embargo, Chavas y Holt (1990) proponen un método para hallar los parámetros de una variable truncada en función de los de otra que no lo es. Chavas y Holt demuestran su aplicación para el caso de que la variable siga una distribución normal, lo cual es razonable para nuestro caso, ya que es común encontrar que los precios agrarios sigan una distribución intermedia entre una normal y una lognormal. Aplicando la metodología de Chavas y Holt a nuestro seguro, la variable truncada es la variable indemnizaciones, \tilde{I} ; la variable que no es truncada es el precio local \tilde{P} ; y el parámetro h de Chavas y Holt en nuestro caso es:

$$h = \frac{E_p - P_g}{\sigma_p}$$

como se muestra en el Apéndice 4.3.2. Si consideramos el supuesto usual para todo seguro de que el precio garantizado sea siempre menor o igual al precio esperado ($E_p \geq P_g$), entonces podremos considerar que h es siempre mayor o igual a cero ($h \geq 0$).

Basándonos en lo anterior, estimamos los momentos de la variable indemnizaciones en función de h , para calcular a partir de ellos la demanda del seguro y del contrato a plazo.

$$W = W_0 + \tilde{p} q - C(q) + \phi_{FC} q (p_0 - \tilde{p} - C_{FC}) + \phi_I q (\tilde{t} - E_i - C_I) \quad (\text{Eq. 4.23})$$

o simplificando la notación del mismo modo que en los epígrafes anteriores:

$$W = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) + \phi_{FC} q \Pi_{FC} + \phi_I q \Pi_I$$

Tal y como se demuestra en el Apéndice 4.3.2., la esperanza matemática y la varianza son:

$$\begin{aligned} E(W) &= W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q N_{FC} + \phi_I q N_I \\ V(W) &= q^2 (1 - \phi_{FC})^2 V_p + q^2 \phi_I^2 V_i + 2 q^2 (1 - \phi_{FC}) \phi_I \text{Cov}_{pi} = \\ &= q^2 V_p \left[(1 + \phi_{FC}^2 - 2\phi_{FC}) + \phi_I^2 K + (1 - \phi_{FC}) \phi_I (-1)(1 - F(h)) \right] = \\ &= q^2 V_p \left[1 + \phi_{FC}^2 - 2\phi_{FC} + \phi_I^2 K - 2\phi_I (1 - F(h)) + 2\phi_{FC} \phi_I (1 - F(h)) \right] \end{aligned} \quad (\text{Eq.4.24})$$

K es un parámetro que representa la relación entre las varianzas de los precios y las de las indemnizaciones, ($K = V_i/V_p$) y la expresión del mismo viene dada en el apéndice 4.3.2.

Hallamos ϕ_{FC} y ϕ_I que maximicen el $EC(W) = E(W) - \frac{A}{2} \cdot V(W)$

1. Condiciones necesarias de primer orden

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_{FC}} = q N_{FC} - \frac{A}{2} q^2 V_p [2 \phi_{FC} - 2 + 2 \phi_I (1-F(h))] = 0 \quad (\text{Eq. 4.25})$$

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_I} = q N_I - \frac{A}{2} q^2 V_p [2 \phi_I K - 2 (1-F(h)) + 2 \phi_{FC} (1-F(h))] = 0 \quad (\text{Eq. 4.26})$$

2. Condiciones suficientes de segundo orden

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_{FC}^2} = -A q^2 V_p < 0$$

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_I^2} = -A q^2 V_p K < 0$$

$$\begin{aligned} H &= \begin{vmatrix} -Aq^2V_p & -Aq^2V_p(1-F(h)) \\ -Aq^2V_p(1-F(h)) & -Aq^2V_pK \end{vmatrix} = A^2q^4V_p^2[K - (1-F(h))^2] = \\ &= A^2q^4\sigma_p^4[K - (1-F(h))^2] > 0 \end{aligned}$$

Se cumple que el Hessiano es mayor que cero, dado que para valores de h entre -8 y 8 , la función $K - (1-F(h))^2$ es positiva (los valores de h más probables en el caso de un seguro estarán entre 0 y 1).

Despejando en las ecuaciones que expresan las condiciones de primer orden.

$$N_{FC} - A q V_p [\phi_{FC}^* - 1 + \phi_I^* (1 - F(h))] \equiv 0$$

$$N_I - A q V_p [\phi_I^* K - (1 - F(h)) + \phi_{FC}^* (1 - F(h))] \equiv 0$$

Obtenemos:

$$\phi_{FC}^* = \frac{N_{FC} K - N_I (1 - F(h))}{A q V_p [K - (1 - F(h))^2]} + 1 \quad (\text{Eq. 4.27})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_I - N_{FC} (1 - F(h))}{A q V_p [K - (1 - F(h))^2]} \quad (\text{Eq. 4.28})$$

Ahora bien, resulta que

$$K V_p = V_i$$

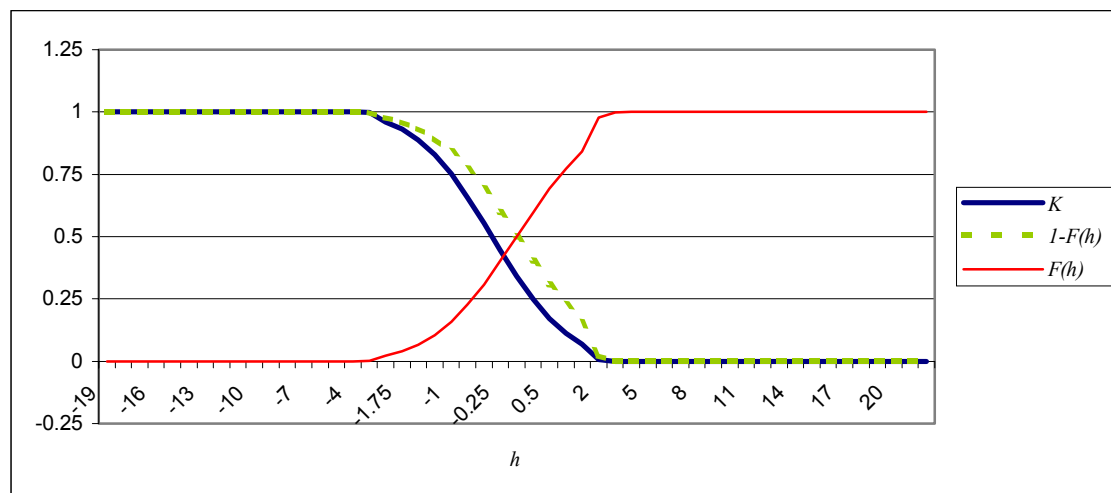
y que

$$-(1 - F(h)) V_p = \text{Cov}_{pi}$$

Sustituyendo esto en los resultados, observamos que coinciden con los del punto anterior (Ecuaciones 4.12 y 4.13). Con lo cual comprobamos que ésta es otra forma de expresar los resultados sin que haya necesidad de calcular empíricamente las varianzas y covarianzas de las indemnizaciones. Además permite comprobar que los resultados obtenidos anteriormente se cumplen aún en el caso de que una de las variables tenga una función de distribución truncada, como es la variable indemnización del seguro \tilde{i} .

Analizamos los resultados obtenidos partiendo de los valores de K y $F(h)$ que figuran en el gráfico 4.1.

Gráfico 4.1 Rango de valores de K y $F(h)$



Fuente: Elaboración propia

El denominador es mayor o igual a cero, ya que $K - (1-F(h))^2 \geq 0$ lo es para todo h entre -8 y 8 , y por tanto, para todo h probable del seguro. Dado que, como se puede observar en el gráfico 4.1, los valores de K y $1-F(h)$ son positivos para todo h , vemos que los signos de los resultados son los que cabría esperar, dependiendo de los valores que tomen N_{FC} y N_I . Estos, en general, serán igual al negativo de los costes de cada sistema: $N_{FC} = -C_{FC}$ y $N_I = -C_I$.

Si los costes fuesen nulos, los resultados serían:

$$\phi_{FC}^* = 1 \text{ y } \phi_I^* = 0 \quad \forall h \text{ del seguro.}$$

Esta preferencia por el contrato a plazo podría explicarse argumentando que son dos mecanismos semejantes, ambos con una misma esperanza de ingresos, que se diferencian en que en el contrato a plazo el riesgo es nulo, mientras que en el seguro, dado que unos años se gana más que otros, el riesgo no se elimina por completo.

La suma de ambos (suma de las ecuaciones 4.2.3 y 4.2.4) es:

$$\phi_{FC}^* + \phi_I^* = 1 + \frac{N_{FC}[K - (1 - F(h))] + N_I[1 - (1 - F(h))]}{A q V_p [K - (1 - F(h))^2]} \quad (\text{Eq. 4.29})$$

En el caso de que los costes de ambos sistemas fuesen idénticos, $N_{FC} = N_I = -C_{FC} = -C_I$, (y dado que $K + 1 - 2(1 - F(h)) \geq 0$), entonces $\phi_{FC}^* + \phi_I^* \leq 1$, $\forall h$, por lo que nunca debería haber duplicación de instrumentos. Y si los costes fuesen nulos, la suma sería:

$$\phi_{FC}^* + \phi_I^* = 1 \quad \forall h, \text{ en realidad } \phi_{FC}^* = 1 \text{ y } \phi_I^* = 0 \text{ como acabamos de ver.}$$

4.3.3 Optimización restringida de la elección entre un contrato a plazo y un seguro individual

Suponemos ahora que existe una restricción a la elección óptima, de forma que el agricultor no pueda cubrir con dos instrumentos simultáneamente su producción o parte de la misma. Este es el supuesto que plantea la imposibilidad de yuxtaponer instrumentos sobre toda o una parte de la producción. Así pues, el problema resulta en la maximización del equivalente cierto:

$$EC = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q (N_{FC} + S_{FC}) + \phi_I q (E_i - E_i - C_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 [V_p (1 - \phi_{FC})^2 + \phi_I^2 V_i + 2(1 - \phi_{FC}) \phi_I \text{Cov}_{pi}] \quad (\text{Eq. 4.30})$$

sometido a las restricciones:

$$\phi_{FC} + \phi_I \leq 1$$

$$\phi_{FC} \geq 0$$

$$\phi_I \geq 0$$

En este caso incluimos las posibles subvenciones que tendrían las herramientas de gestión del riesgo, expresadas como subvención unitaria (€/kg de producto contratado), comprobando así cómo influirían en los resultados de elección óptima.

Como la función es cóncava, al maximizarla sujeta a restricciones lineales, las condiciones de primer orden son necesarias y suficientes para que exista un máximo.

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q(N_{FC} + S_{FC}) + \phi_I q(N_I + S_I) \\ & - \frac{A}{2} q^2 [V_p (1 - \phi_{FC})^2 + \phi_I^2 V_i + 2(1 - \phi_{FC})\phi_I Cov_{pi}] \\ & + \lambda(1 - \phi_{FC} - \phi_I) + \mu_1 \phi_{FC} + \mu_2 \phi_I\end{aligned}$$

Condiciones de Kuhn-Tucker:

$$\phi_{FC} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \phi_{FC}} = \phi_{FC} \left[q(N_{FC} + S_{FC}) - \frac{A}{2} q^2 (-2(1 - \phi_{FC})V_p - 2\phi_I Cov_{pi}) - \lambda + \mu_1 \right] = 0$$

(Eq. 4.31)

$$\phi_I \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \phi_I} = \phi_I \left[q(N_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 (2\phi_I V_i + 2(1 - \phi_{FC})Cov_{pi}) - \lambda + \mu_2 \right] = 0$$

(Eq. 4.32)

$$\lambda \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = \lambda(1 - \phi_{FC} - \phi_I) = 0$$

$$\mu_1 \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mu_1} = \mu_1 \phi_{FC} = 0$$

$$\mu_2 \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mu_2} = \mu_2 \phi_I = 0$$

$$\lambda \geq 0; \mu_1 \geq 0; \mu_2 \geq 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = (1 - \phi_{FC} - \phi_I) \geq 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mu_1} = \phi_{FC} \geq 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \mu_2} = \phi_I \geq 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \phi_{FC}} = q(N_{FC} + S_{FC}) - \frac{A}{2} q^2 (-2(1 - \phi_{FC})V_p - 2\phi_I Cov_{pi}) - \lambda + \mu_1 \leq 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \phi_I} = q(N_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 (2\phi_I V_i + 2(1 - \phi_{FC})Cov_{pi}) - \lambda + \mu_2 \leq 0$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones de primer orden, analizamos los puntos críticos o posibles soluciones:

- Si $\lambda = 0$, tenemos cuatro soluciones posibles:

$$\text{➤ } \phi_{FC} = 0 \text{ y } \phi_I = 0$$

$$\text{➤ } \mu_2 = 0 \text{ y } \phi_{FC} = 0 \quad \text{Obtenemos } \phi_I = \frac{N_I + S_I}{AqV_i} - \frac{Cov_{pi}}{V_i} \quad (\text{Eq. 4.33})$$

$$\text{➤ } \mu_1 = 0 \text{ y } \phi_I = 0 \quad \text{Obtenemos } \phi_{FC} = \frac{N_{FC} + S_{FC}}{AqV_p} + 1 \quad (\text{Eq. 4.34})$$

- $\mu_1 = 0$ y $\mu_2 = 0$. Los óptimos coinciden con los del caso sin restricciones y sin subvenciones resuelto en el epígrafe 4.3.1 (Ecuaciones 4.12 y 4.13), sólo que ahora incluimos la subvención. Resultaría, pues:

$$\phi_{FC}^* = \frac{(N_{FC} + S_{FC})V_i + (N_I + S_I)Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{pi}^2]} + 1 \quad (\text{Eq. 4.35})$$

$$\phi_I^* = \frac{(N_I + S_I)V_p + (N_{FC} + S_{FC})Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{ip}^2]} \quad (\text{Eq. 4.36})$$

Si se cumple que $\phi_{FC}^* + \phi_I^* \leq 1$, y mayores que cero, ésta será la solución buscada.

• Si $\lambda > 0$, se agota la restricción: $\phi_{FC} + \phi_I = 1$. Tenemos tres soluciones posibles:

➤ $\phi_{FC} = 0$ y $\phi_I = 0$ Esta solución no es posible.

➤ $\mu_2 = 0$ y $\phi_{FC} = 0$ Obtenemos $\phi_I = 1$

➤ $\mu_1 = 0$ y $\phi_I = 0$ Obtenemos $\phi_{FC} = 1$

$\mu_1 = 0$ y $\mu_2 = 0$. Este punto crítico sería la solución en el caso de que la suma de los óptimos del caso general $\phi_{FC}^* + \phi_I^*$ (Ecuaciones 4.21 y 4.22) resultase mayor que uno. En caso contrario, las ecuaciones 4.21 y 4.22 representan la solución. Resolvemos a continuación el sistema para este caso, en que se agota la restricción: $\phi_{FC} + \phi_I - 1 = 0$. Resolviendo el sistema de tres ecuaciones que resulta tras aplicar $\mu_1 = 0$ y $\mu_2 = 0$ obtenemos:

$$\phi_{FC}^* = \frac{(N_{FC} + S_{FC}) - (N_I + S_I)}{Aq[V_p + V_i + 2Cov_{pi}]} + 1 \quad (\text{Eq. 4.37})$$

$$\phi_I^* = \frac{(N_I + S_I) - (N_{FC} + S_{FC})}{Aq[V_p + V_i + 2Cov_{pi}]} \quad (\text{Eq. 4.38})$$

$$\lambda = \frac{1}{V_p + V_i + 2Cov_{pi}} [q[(N_{FC} + S_{FC})(V_i + Cov_{pi}) + (N_I + S_I)(V_p + Cov_{pi})] - Aq^2[0]]$$

$$\lambda = \frac{q[(N_{FC} + S_{FC})(V_i + Cov_{pi}) + (N_I + S_I)(V_p + Cov_{pi})]}{V_p + V_i + 2Cov_{pi}} \quad (\text{Eq. 4.39})$$

4.4 Funcionamiento del contrato a plazo

4.4.1 Estrategia de la cooperativa

Denominamos Q_c a la cantidad agregada que compra la cooperativa a sus socios productores a través de contratos a plazo. Al realizar dichas compras a plazo la cooperativa asume un riesgo, que buscará cubrir en el mercado de futuros. Para ello, venderá en dicho mercado futuros por una cantidad de producción que no tiene por qué coincidir con la que compra a los agricultores. Denominamos a dicha cantidad vendida en el mercado de futuros χQ_c , donde χ puede ser mayor, menor o igual a 1. La cooperativa buscará obtener unos resultados de ambas operaciones, W_c , cuya esperanza matemática sea igual o mayor que cero, y cuya varianza sea mínima.

Los resultados de la cooperativa serán:

$$W_c = Q_c(\tilde{p} - p_0) + \chi Q_c(f_0 - \tilde{f}) \quad (\text{Eq. 4.40})$$

Para que la esperanza matemática sea mayor o igual a cero tendrá que cumplirse:

$$E(W_c) = Q_c(E_p - p_0) + \chi Q_c(f_0 - E_f) \geq 0 \quad (\text{Eq. 4.41})$$

Si el mercado de futuros es insesgado, el precio que la cooperativa tendrá que ofrecer al agricultor será $p_0 \leq E_p$. Sin embargo, el precio justo sería $p_0 = E_p$.

Si la cooperativa busca minimizar la varianza, tratará de que ésta sea cero:

$$V(W_c) = V[Q_c(\tilde{p} - p_0) + \chi Q_c(f_0 - \tilde{f})] = Q_c^2(V_p + \chi^2 V_f - 2\chi \text{Cov}_{pf}) = 0 \quad (\text{Eq. 4.42})$$

expresión que se obtiene aplicando las propiedades de las varianzas (ver Apéndice 4.1.1).

Esta ecuación no tiene solución real. Por ello, buscaremos el valor de χ que minimice la varianza.

$$\text{Min}_{\chi} V(W_c) \Rightarrow \frac{\partial V(W_c)}{\partial \chi} = 2\chi Q_c^2 V_f - Q_c^2 \text{Cov}_{pf} = 0 \Rightarrow \chi = \frac{\text{Cov}_{pf}}{V_f} = \beta$$

(Eq. 4.43)

siendo β el coeficiente del Modelo de Valoración de Activos de Capital CAPM ($\tilde{p} - E_p = \beta(\tilde{f} - E_f) + \varepsilon$).

La cooperativa, por lo tanto, no podrá hacer nula su varianza, aunque sí podrá minimizarla. Pero siempre retendrá el riesgo asociado a la varianza residual, un riesgo que tendrá que asumir. Calculamos, pues, cuál es el riesgo que asume la cooperativa expresado como la varianza de sus resultados $V(W_c)$, tanto en el caso de que no emplee la estrategia de minimización de la varianza, como en el caso de que sí la emplee:

- **En el caso de que cubra en el mercado de futuros toda la producción:**

$$\chi = 1$$

$$V(W_c) = V[Q_c(\tilde{p} - p_0) + Q_c(f_0 - \tilde{f})] = V[Q_c\tilde{p} + Q_c(-\tilde{f})] = Q_c^2 V(\tilde{p} - \tilde{f})$$

(Eq. 4.44)

Es decir, la varianza de los resultados de la cooperativa viene determinada por la cantidad contratada y por la varianza de las bases o diferencias entre los precios de mercado locales y los precios de los futuros. Si no existiese riesgo básico y los precios de los futuros coincidiesen con los precios locales, el mercado de futuros cubriría todo el riesgo y el riesgo asumido por la cooperativa sería cero.

- **Si cubre sólo la cantidad óptima:**

$$\chi = \beta$$

$$V(W_c^*) = V[Q_c(\tilde{p} - p_0) + \beta Q_c(f_0 - \tilde{f})] = Q_c^2 V(\tilde{p} - \beta \tilde{f}) =$$

$$Q_c^2 V_p + \beta^2 Q_c^2 V_f - 2\beta Q_c^2 \text{Cov}_{pf} =$$

$$\text{Sustituyendo } \beta = \frac{\text{Cov}_{pf}}{V_f}$$

$$V(W_c^*) = Q_c^2 \left(V_p + \frac{\text{Cov}_{pf}^2}{V_f} - 2 \frac{\text{Cov}_{pf}^2}{V_f} \right) = Q_c^2 \left(V_p - \frac{\text{Cov}_{pf}^2}{V_f} \right)$$

$$V(W_c^*) = Q_c^2 V_p (1 - \rho_{pf}^2) \quad (\text{Eq. 4.45})$$

En este caso la varianza de la cooperativa depende de la cantidad de producción que compra a plazo la cooperativa, de la varianza de los precios locales, y del coeficiente de correlación entre los precios locales y los futuros.

Tanto si la cooperativa cubre en el mercado de futuros toda la producción ($\chi = 1$) como si únicamente cubre la cantidad óptima ($\chi = \beta$), el riesgo que asume será mayor cuanto mayor sea la cantidad de producto que compra a plazo, como cuanto mayor sea la varianza de una diferencia de precios. La elección óptima hace que esa diferencia sea menor $V(\tilde{p} - \beta \tilde{f}) \leq V(\tilde{p} - \tilde{f})$.

4.4.2 Recargo que estaría dispuesto a pagar el agricultor

Como apuntamos en el capítulo 2, la cooperativa podría ofrecer un contrato a plazo al agricultor, pero éste debería pagar una cantidad a la cooperativa por asumir su riesgo, y por los costes en que incurre la cooperativa por proporcionar este servicio (gastos de gestión, formación, reaseguro, etc.). Algunos de estos gastos podrían verse sufragados parcial o totalmente por una subvención, S_{FC} .

Vamos a calcular, en primer lugar, la cantidad máxima total que el agricultor estaría dispuesto a pagar a la cooperativa por disminuir su riesgo mediante el contrato a plazo que ésta le ofrece, que denominaremos Z . En buena lógica, esta cantidad será tal que iguale su equivalente cierto con contrato a plazo y sin contrato a plazo.

La riqueza del agricultor cooperativista que vende su producción a la cooperativa mediante un contrato a plazo vendrá dada por:

$$W_{FC} = W_0 + \tilde{p}q - C(q) + \phi_{FC}q(p_0 - \tilde{p} - Z + S_{FC}) \quad (\text{Eq. 4.46})$$

El equivalente cierto con el contrato a plazo será:

$$EC_{FC} = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC}q(p_0 - E_p - Z + S_{FC}) - \frac{A}{2}q^2 V_p (1 - \phi_{FC})^2 \quad (\text{Eq. 4.47})$$

El equivalente cierto sin contrato sería:

$$EC_0 = W_0 + E_p q - C(q) - \frac{A}{2}q^2 V_p \quad (\text{Eq. 4.48})$$

Z se obtiene haciendo que la diferencia de ambos equivalentes ciertos sea nula.

$$EC_{FC} - EC_0 = \phi_{FC}q(p_0 - E_p - Z + S_{FC}) - \frac{A}{2}q^2 V_p (\phi_{FC}^2 - 2\phi_{FC}) = 0$$

Despejando Z :

$$Z = (p_0 - E_p + S_{FC}) - \frac{A}{2}q V_p (\phi_{FC} - 2)$$

Si asumimos que $\phi_{FC} = 1$,

$$Z = (p_0 - E_p + S_{FC}) + \frac{A}{2} q V_p \quad (\text{Eq. 4.49})$$

Si asumimos que $p_0 = E_p$ y obtenemos

$$Z = S_{FC} + \frac{A}{2} q V_p \quad (\text{Eq. 4.50})$$

Por otro lado, si la cooperativa acude al mercado de futuros, parecería lógico que cobrase el coste del mercado de futuros más una cantidad en concepto de la reducción suplementaria del riesgo de la que se beneficia el agricultor. El agricultor, por lo tanto, estaría dispuesto a pagar una cantidad por la reducción del riesgo por encima de la que le proporcionarían los futuros. Esta cantidad la hallamos a partir de la diferencia entre el equivalente cierto del agricultor con contrato a plazo y su equivalente cierto en el caso de que contratase futuros directamente para cubrir toda su producción en el mercado de futuros. La cantidad total que el agricultor estaría dispuesto a pagar por el contrato a plazo la denominaremos Z' .

El equivalente cierto del contrato a plazo:

$$EC_{FC} = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q (p_0 - E_p - Z' + S_{FC}) - \frac{A}{2} q^2 V_p (1 - \phi_{FC})^2 \quad (\text{Eq. 4.51} = \text{Eq. 4.47})$$

El equivalente cierto correspondiente con futuros:

$$W_F = W_0 + \tilde{p} q - C(q) + \phi_{FC} q (f_0 - \tilde{f} - C_F) \quad (\text{Eq. 4.52})$$

$$EC_F = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q (f_0 - E_f - C_F) - \frac{A}{2} q^2 (V_p + \phi_{FC}^2 V_f - 2\phi_{FC} \text{Cov}_{pf}) \quad (\text{Eq. 4.53})$$

Calculamos Z' que anule la diferencia de equivalentes ciertos:

$$EC_{FC} - EC_F =$$

$$\phi_{FC} q(p_0 - E_p - (f_0 - E_f) + C_F + S_{FC} - Z') - \frac{A}{2} q^2 [V_p(\phi_{FC}^2 - 2\phi_{FC}) - \phi_{FC}^2 V_f + 2\phi_{FC} Cov_{pf}] = 0$$

(Eq. 4.54)

$$Z' = (p_0 - f_0) - (E_p - E_f) + C_F + S_{FC} - \frac{A}{2} q [V_p(\phi_{FC} - 2) - \phi_{FC} V_f + 2Cov_{pf}]$$

(Eq. 4.55)

Si consideramos $\phi_{FC} = 1$,

$$Z' = (p_0 - E_p) - (f_0 - E_f) + C_F + S_{FC} - \frac{A}{2} q [-V_p - V_f + 2Cov_{pf}]$$

$$Z' = (p_0 - E_p) - (f_0 - E_f) + C_F + S_{FC} + \frac{A}{2} q V(\tilde{p} - \tilde{f}) \quad (\text{Eq. 4.56})$$

Si consideramos que $p_0 = E_p$ y que el mercado de futuros es insesgado ($f_0 = E_f$), tenemos:

$$Z' = C_F + S_{FC} + \frac{A}{2} q V(\tilde{p} - \tilde{f}) \quad (\text{Eq. 4.57})$$

Observamos que esta cantidad Z' que el agricultor estaría dispuesto a pagar como recargo, además de C_F (coste de operar en el mercado de futuros) y la subvención (S_{FC}), si la hubiere, tiene una componente basada en la varianza de las bases o diferencias entre los precios locales y los de los futuros. Podemos recordar que dicha varianza es la que asumía la cooperativa en el caso de contratar toda la producción en el mercado de futuros (Eq. 4.38: $V(W_c) = Q_c^2 V(\tilde{p} - \tilde{f})$).

La observación anterior nos lleva a deducir que el bienestar que el agricultor gana por encima de los futuros, $Z' - C_F - S_F = \frac{A}{2} q V(\tilde{p} - \tilde{f})$ (Eq. 4.57), se corresponde con el riesgo que asume la cooperativa en dicho caso. Del mismo modo, en el caso anterior de $Z = S_{FC} + \frac{A}{2} q V_p$, el riesgo asumido por la cooperativa se correspondía con la variación total de los precios locales, la cual también forma parte del recargo. Podríamos concluir, pues, que existe una relación directa entre los riesgos y lo que el agricultor está dispuesto a pagar por evitar dichos riesgos, una relación que se podría expresar:

Riesgo de x medido como varianza: $V(x)$ se corresponde con la componente del equivalente cierto asociada a ese riesgo: $\frac{A}{2} V(x)$

Dado que existe esta correspondencia, podemos intuir que existirá otra entre el riesgo que asume la cooperativa cuando cubre en el mercado de futuros la cantidad de producción óptima $V(W_c^*) = Q_c^2 V_p (1 - \rho_{pf}^2)$ y la cantidad que pagaría el agricultor a la cooperativa por asumir ese riesgo, que sería de $\frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2)$. Este recargo se corresponde con la mejora que obtiene el agricultor en su equivalente cierto por vender su producción a través del contrato a plazo, respecto a su estado si contratase en el mercado de futuros la cantidad óptima $\chi^* = \beta$. Lo comprobamos calculando este tercer recargo Z'' .

Los equivalentes ciertos con contrato a plazo (EC_{FC}) y equivalente cierto con futuros contratando la cantidad óptima (EC_F^*), de forma semejante a los casos anteriores, vienen representados por las ecuaciones:

$$EC_{FC} = W_0 + E_p q - C(q) + q(p_0 - E_p - Z'' + S_{FC}) \quad (\text{Eq. 4.58})$$

$$EC_F^* = W_0 + E_p q - C(q) + \beta q(f_0 - E_f - C_F) - \frac{A}{2} q^2 (V_p + \beta^2 V_f - 2\beta Cov_{pf})$$

(Eq. 4.59)

que surgen de particularizar los equivalentes ciertos para $\phi_{FC} \neq \phi_F$, y $\phi_{FC} = 1$ y $\phi_F^* = \beta$.

Calculamos Z'' que anule la diferencia de equivalentes ciertos:

$$EC_{FC} - EC_F = q(p_0 - E_p + S_{FC} - Z'' - \beta(f_0 - E_f - C_F)) + \frac{A}{2} q^2 (V_p + \beta^2 V_f - 2\beta Cov_{pf}) = 0$$

(Eq. 4.60)

Dado que

$$\beta = \frac{\rho_{pf} \sigma_p}{\sigma_f}$$

$$(p_0 - E_p - Z'' - \beta(f_0 - E_f - C_F)) + S_{FC} + \frac{A}{2} q(\sigma_p^2 + \rho_{pf}^2 \sigma_p^2 - 2\rho_{pf}^2 \sigma_p^2) = 0$$

(Eq. 4.61)

Despejando Z'' ,

$$Z'' = (p_0 - E_p) - \beta(f_0 - E_f) + \beta C_F + S_{FC} + \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2)$$

(Eq. 4.62)

Si como en los casos anteriores consideramos que $p_0 = E_p$ y que el mercado de futuros es insesgado ($f_0 = E_f$), tenemos:

$$Z'' = \beta C_F + S_{FC} + \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2)$$

(Eq. 4.63)

con lo que queda demostrado que se puede establecer una relación directa entre el riesgo que asume la cooperativa y la cantidad que el agricultor estaría dispuesto a pagar por la mejora en su bienestar o equivalente cierto.

Resumiendo, hemos mostrado que la disposición a pagar del productor de patata por la reducción del riesgo se puede formular de tres formas distintas, tantas como recargos habría de percibir la cooperativa en concepto de las distintas formas de gestionar dicho riesgo. La elección óptima del instrumento es dependiente de las preferencias de cada individuo y de su coste global, que es el reflejo del coste asumido por la cooperativa. Por el principio de neutralidad financiera, estamos suponiendo que el agricultor debería asumir enteramente este coste mediante el pago del recargo correspondiente, a no ser que una subvención redujese parte de estos costes.

Para comparar dichas disposiciones a pagar del agricultor, observemos el Cuadro 4.6, donde se resumen los riesgos y los recargos o disposiciones a pagar asociadas³, correspondientes a cada uno de los tres casos:

Cuadro 4.6 Riesgos del contrato a plazo y disposiciones a pagar asociadas del agricultor

Concepto:	Riesgo	Recargos asociados
(1) Sólo contrato a plazo	$Q_c^2 V_p$	$Z = \frac{A}{2} q V_p$
(2) Contrato a plazo con futuros	$Q_c^2 V_p =$ $Q_c^2 V(\tilde{p} - \tilde{f}) + Q_c^2 (-V_f + 2Cov_{pf})$	$Z' = \frac{A}{2} q V(\tilde{p} - \tilde{f}) + C_F$
(3) Contrato a plazo con óptimo de futuros	$Q_c^2 V_p =$ $Q_c^2 V(\tilde{p} - \beta \tilde{f}) + Q_c^2 \beta Cov_{pf}$	$Z' = \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2) + \beta C_F$

³ Emplearemos indistintamente los términos “recargo” y “disposición a pagar” para denominar las cantidades que el agricultor estaría dispuesto a pagar a la cooperativa en concepto del servicio que ésta le presta mediante el contrato de futuros, siempre bajo el supuesto de neutralidad financiera para la cooperativa.

En el cuadro anterior aparecen las tres estrategias posibles de la cooperativa:

- (1) Ofrecer un contrato a plazo al agricultor sin acudir al mercado de futuros
- (2) Ofrecer un contrato a plazo y revender toda la producción en el mercado de futuros
- (3) Ofrecer un contrato a plazo y vender en el mercado de futuros la cantidad que minimice el riesgo residual de toda la operación

En la segunda columna figuran los riesgos que asume la cooperativa en el contrato a plazo, que siempre equivalen al riesgo total de los precios locales (por las propiedades de la varianza), pero que se pueden descomponer en sumandos según las estrategias. En los puntos (2) y (3) el primer sumando corresponde al riesgo que le queda a la cooperativa, que es mayor en (2) que en (3), y el tercer sumando corresponde al riesgo anulado por el mercado de futuros, que lógicamente tendrá que ser mayor en (3) que en (2). Estos riesgos, como hemos visto, pueden (y probablemente deben) asociarse a un recargo. Los resultados obtenidos anteriormente en el cálculo de Z , Z' y Z'' nos llevan a que el agricultor pagaría en cada caso los recargos que aparecen en la tercera columna por la protección contra dicho riesgo.

Pero multiplicando por $\frac{A}{2} q \frac{1}{Q_c^2}$ en ambos términos de las igualdades (2) y (3) de

los riesgos, obtenemos

$$(2) \quad \frac{A}{2} q V_p = Z = \frac{A}{2} q V(\tilde{p} - \tilde{f}) + \frac{A}{2} q (-V_f + 2Cov_{pf}) \quad (\text{Eq. 4.64})$$

$$(3) \quad \frac{A}{2} q V_p = Z = \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2) + \frac{A}{2} q \beta Cov_{pf} \quad (\text{Eq. 4.65})$$

Expresiones muy semejantes a las de los recargos. Es decir, estas expresiones serían los recargos teóricos o disposiciones a pagar derivados de los riesgos reducidos: el término a la izquierda de las igualdades es el recargo ligado a la reducción del riesgo por el contrato a plazo. El primer sumando se corresponde con el riesgo que le queda

a la cooperativa; y el segundo sumando, con el riesgo reducido por el mercado de futuros.

Ignorando el caso (2), dado que el (3) siempre va a ser mejor, y comparando esta disposición a pagar ligada a la reducción del riesgo con la disposición ligada a los costes

$Z'' = \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2) + \beta C_F$, podemos concluir que sólo si

$$\frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2) + \beta C_F < \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2) + \frac{A}{2} q \beta Cov_{pf}$$

interesaría al productor realizar la cobertura con futuros. En caso contrario, los costes de los futuros serían mayores que la disposición a pagar correspondiente a la reducción de riesgo que proporcionan.

En resumen, sólo será interesante recurrir al mercado de futuros si se cumple que $C_F < \frac{A}{2} q Cov_{pf}$. En este caso, el recargo que estará dispuesto a pagar el agricultor será el (3), mientras que en caso contrario sería el (1).

En la aplicación empírica podremos verificar si C_F es mayor o menor que $\frac{A}{2} q Cov_{pf}$, y por ello, si compensa o no acudir al mercado de futuros. Calcularemos además los valores numéricos de las disposiciones a pagar en ambos casos Z y Z'' , ya que la opción Z' ha quedado descartada por ser claramente inferior a Z'' .

Apéndices al capítulo 4- El Marco Analítico

Apéndice 4.1.1 Cálculo de la varianza $V(W)$

Para calcular la varianza, sabemos que:

$$V(a + \tilde{x}) = V_x$$

$$V(a\tilde{x}) = a^2 V_x$$

$$V(\tilde{x} + \tilde{y}) = V_x + V_y + 2Cov_{xy}$$

$$V(a\tilde{x} - b\tilde{y}) = a^2 V_x + b^2 V_y - 2abCov_{xy}$$

$$Cov(a\tilde{x} - b\tilde{y}, \tilde{z}) = aCov_{xz} - bCov_{yz}$$

Así,

$$V(W) = V(\tilde{p}q + q\phi_F(-\tilde{f}) + q\phi_I\tilde{t}) = q^2[V_p + V(-\phi_F\tilde{f} + \phi_I\tilde{t}) + 2Cov(\tilde{p}, -\phi_F\tilde{f} + \phi_I\tilde{t})] = q^2[V_p + \phi_F^2 V_f + \phi_I^2 V_i - 2\phi_F\phi_I Cov_{fi} + 2Cov(\tilde{p}, -\phi_F\tilde{f} + \phi_I\tilde{t})]$$

$$V(W) = q^2[V_p + \phi_F^2 V_f + \phi_I^2 V_i - 2\phi_F\phi_I Cov_{fi} - 2\phi_F Cov_{pf} + 2\phi_I Cov_{pi}] \quad (\text{Eq. A4.1})$$

Apéndice 4.2.2. El caso de dos contratos de futuros

Al igual que en el caso anterior, maximizamos el Equivalente cierto de una agricultor. En este caso, las dos herramientas a disposición del agricultor son dos futuros, los de AEX-Euronext de Ámsterdam y los de la Warenterminbörse (WTB) de Hannover. Así, denominaremos H a los futuros de Ámsterdam, y G a los de Hannover. Cada una de estas herramientas reportará al agricultor un beneficio o una pérdida que, unido al coste de la herramienta en sí, denominaremos Π . Así, tenemos que:

Cuadro A4.1.I Notación dos contratos de futuros I

Notación	Significado
Π_G	Beneficio neto reportado por los futuros de Alemania
Π_H	Beneficio neto reportado por los futuros de Holanda
ϕ_G	Demanda de los futuros de Alemania o Elección del agricultor de la cantidad de producción a cubrir con estos futuros
ϕ_H	Demanda de los futuros de Holanda

Entonces, la riqueza del agricultor en este caso será igual a :

$$W = W_0 + \bar{p} \cdot q - C(q) + \phi_G q \Pi_G + \phi_H q \Pi_H \quad (\text{Eq. A4.2} = \text{Eq. 4.16})$$

Π_G y Π_H son funciones de variables aleatorias. Ambas son funciones de contratos de futuros, de la forma:

$$\Pi_G = g_0 - \mathcal{G} - C_G$$

$$\Pi_H = h_0 - \tilde{h} - C_H$$

donde :

Cuadro A4.I.II Notación dos contratos de futuros II

Símbolo	Significado
Π_G	Beneficio neto reportado por los futuros de Alemania
Π_H	Beneficio neto reportado por los futuros de Holanda
g_0	Precio de venta del futuro de Alemania
h_0	Precio de venta del futuro de Holanda
\tilde{g}	Precio de cierre de la posición del futuro de Alemania
\tilde{h}	Precio de cierre de la posición del futuro de Holanda
C_G	Costes de operar en el mercado de futuros de Alemania
C_H	Costes de operar en el mercado de futuros de Holanda

Calculamos la esperanza matemática y la varianza para obtener el equivalente cierto.

$E(W) = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_G q N_G + \phi_H q N_H$, denominando $N_i = E(\Pi_i)$ para mayor simplicidad.

$$V(W) = q^2 \left[V_p + \phi_G^2 V_g + \phi_H^2 V_h - 2\phi_G \text{Cov}_{pg} - 2\phi_H \text{Cov}_{ph} + 2\phi_G \phi_H \text{Cov}_{gh} \right]$$

Así, pues, maximizamos el Equivalente Cierto:

$$EC = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_G q N_G + \phi_H q N_H - \frac{A}{2} q^2 \left[V_p + \phi_G^2 V_g + \phi_H^2 V_h - 2\phi_G \text{Cov}_{pg} - 2\phi_H \text{Cov}_{ph} + 2\phi_G \phi_H \text{Cov}_{gh} \right] \quad (\text{Eq. A4.3})$$

Condiciones necesarias de primer orden:

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_G} = qN_G - \frac{A}{2}q^2[2\phi_G V_g - 2Cov_{pg} + 2\phi_H Cov_{gh}] \equiv 0 \quad (\text{Eq. A4.4})$$

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_H} = qN_H - \frac{A}{2}q^2[2\phi_H V_h - 2Cov_{ph} + 2\phi_G Cov_{gh}] \equiv 0 \quad (\text{Eq. A4.5})$$

Condiciones suficientes de segundo orden:

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_G^2} = -Aq^2 V_g < 0$$

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_H^2} = -Aq^2 V_h < 0$$

$$H = \begin{vmatrix} -Aq^2 V_g & -Aq^2 Cov_{gh} \\ -Aq^2 Cov_{gh} & -Aq^2 V_h \end{vmatrix} = A^2 q^4 (V_g V_h - Cov_{gh}^2) = A^2 q^4 \sigma_g^2 \sigma_h^2 (1 - \rho_{gh}^2) > 0$$

Se cumplen las condiciones de segundo orden.

Resolviendo el sistema de ecuaciones de primer orden:

$$N_G - Aq[\phi_G V_g + \phi_H Cov_{gh} - Cov_{pg}] \equiv 0$$

$$N_H - Aq[\phi_G Cov_{gh} + \phi_H V_h - Cov_{ph}] \equiv 0$$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$\phi_G^* = \frac{N_G V_h - N_H \text{Cov}_{gh}}{Aq[V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2]} + \frac{\text{Cov}_{pg} V_h - \text{Cov}_{ph} \text{Cov}_{gh}}{V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2} \quad (\text{Eq. A4.6.a})$$

$$\phi_H^* = \frac{N_H V_g - N_G \text{Cov}_{gh}}{Aq[V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2]} + \frac{\text{Cov}_{ph} V_g - \text{Cov}_{pg} \text{Cov}_{gh}}{V_g V_h - \text{Cov}_{gh}^2} \quad (\text{Eq. A4.7.a})$$

o lo que es lo mismo:

$$\phi_G^* = \frac{N_G \sigma_h^2 - N_H \rho_{gh} \sigma_g \sigma_h}{Aq \sigma_g^2 \sigma_h^2 (1 - \rho_{gh}^2)} + \frac{\sigma_p (\rho_{pg} - \rho_{ph} \rho_{gh})}{\sigma_g (1 - \rho_{gh}^2)} \quad (\text{Eq. A4.6.b})$$

$$\phi_H^* = \frac{N_H \sigma_g^2 - N_G \rho_{gh} \sigma_g \sigma_h}{Aq \sigma_g^2 \sigma_h^2 (1 - \rho_{gh}^2)} + \frac{\sigma_p (\rho_{ph} - \rho_{pg} \rho_{gh})}{\sigma_h (1 - \rho_{gh}^2)} \quad (\text{Eq. A4.7.b})$$

Apéndice 4.3.1 El caso particular de un contrato a plazo y un seguro de precios

La riqueza del agricultor en este caso será igual a :

$$W = W_0 + \tilde{p} \cdot q - C(q) + \phi_{FC} q \Pi_{FC} + \phi_I q \Pi_I \quad (\text{Eq. A4.8})$$

Siendo:

$$\Pi_{FC} = p_0 - \tilde{p} - C_{FC}$$

$$\Pi_I = \tilde{i} - E_i - C_I$$

Tenemos, pues, dos variables aleatorias en el modelo:

\tilde{p} o precio percibido por el agricultor

\tilde{i} o indemnización

Calculamos el equivalente cierto:

$$EC = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q N_{FC} + \phi_I q N_I - \frac{A}{2} q^2 \left[V_p (1 - \phi_{FC})^2 + \phi_I^2 V_i + 2(1 - \phi_{FC}) \phi_I \text{Cov}_{pi} \right] \quad (\text{Eq. A4.9})$$

Donde:

$$N_{FC} = E(\Pi_{FC}) = p_0 - E_p - C_{FC}$$

$$N_I = E(\Pi_I) = E_i - E_i - C_I$$

Condiciones necesarias de primer orden:

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_{FC}} = q(N_{FC} + S_{FC}) - \frac{A}{2} q^2 [2(\phi_{FC} - 1)V_p - 2\phi_I Cov_{pi}] \equiv 0 \quad (\text{Eq. A4.10})$$

$$\frac{\partial EC}{\partial \phi_I} = q(N_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 [2\phi_I V_i + 2(1 - \phi_{FC})Cov_{pi}] \equiv 0 \quad (\text{Eq. A4.11})$$

Condiciones suficientes de segundo orden:

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_{FC}^2} = -Aq^2 V_p < 0$$

$$\frac{\partial^2 EC}{\partial \phi_I^2} = -Aq^2 V_i < 0$$

$$H = \begin{vmatrix} -Aq^2 V_p & Aq^2 Cov_{pi} \\ Aq^2 Cov_{pi} & -Aq^2 V_i \end{vmatrix} = A^2 q^4 (V_p V_i - Cov_{pi}^2) = A^2 q^4 \sigma_p^2 \sigma_i^2 (1 - \rho_{pi}^2) > 0$$

Se cumplen las condiciones de segundo orden.

Resolviendo el sistema de ecuaciones de primer orden:

$$N_{FC} + S_{FC} - Aq[\phi_{FC} * V_p - \phi_I * Cov_{pi} - V_p] \equiv 0$$

$$N_I + S_I - Aq[-\phi_{FC} * Cov_{pi} + \phi_I * V_i + Cov_{pi}] \equiv 0$$

Obtenemos los siguientes resultados:

$$\phi_{FC}^* = \frac{(N_{FC} + S_{FC})V_i + (N_I + S_I)Cov_{pi}}{Aq[V_i V_p - Cov_{pi}^2]} + 1 \quad (\text{Eq. A4.12.a})$$

$$\phi_I^* = \frac{(N_I + S_I)V_p + (N_{FC} + S_{FC})Cov_{pi}}{Aq[V_i V_p - Cov_{ip}^2]} \quad (\text{Eq. A4.13.a})$$

o lo que es lo mismo:

$$\phi_{FC}^* = \frac{(N_{FC} + S_{FC})\sigma_i^2 + (N_I + S_I)\rho_{pi}\sigma_i\sigma_p}{Aq\sigma_i^2\sigma_p^2(1 - \rho_{pi}^2)} + 1 \quad (\text{Eq. A4.12.b})$$

$$\phi_I^* = \frac{(N_I + S_I)\sigma_p^2 + (N_{FC} + S_{FC})\rho_{pi}\sigma_i\sigma_p}{Aq\sigma_i^2\sigma_p^2(1 - \rho_{pi}^2)} \quad (\text{Eq. A4.13.b})$$

Apéndice 4.3.2 Cálculo de los parámetros de la variable indemnizaciones en función de los de la variable precios (Chavas y Holt, 1990)

Cálculo de $E(\tilde{t})$, $V(\tilde{t})$ y $Cov(\tilde{p}, \tilde{t})$ en función de los parámetros $E(\tilde{p})$ y $V(\tilde{p})$ de la distribución de precios.

Sea \tilde{d} la variable diferencias del precio real y el precio garantizado:

$$\tilde{d} = P_g - \tilde{p} \quad E(\tilde{d}) = P_g - E_p \quad V(\tilde{d}) = V_p$$

La indemnización es la función truncada de \tilde{d} :

$$\tilde{t} = \begin{cases} \tilde{d} & \text{si } \tilde{d} > 0 \\ 0 & \text{si } \tilde{d} \leq 0 \end{cases}$$

Calculamos los parámetro de la función truncada según Chavas y Holt (1990).
Para ello creamos el valor h :

$$h = \frac{0 - [P_g - E_p]}{\sigma_p} = \frac{E_p - P_g}{\sigma_p} \quad (\text{Eq. A4.14})$$

Cálculo de la esperanza matemática y la varianza de las indemnizaciones

Siendo E_p y σ_p la esperanza matemática y la desviación típica de la variable \tilde{p}

$$E(\tilde{t}) = E_i = P_g - E_p + \sigma_p [f(h) + hF(h)] \quad (\text{Eq. A4.15})$$

$$V(\tilde{t}) = V_i = V_p \left[1 - F(h) + hf(h) + h^2 F(h) - f(h)^2 - h^2 F(h)^2 - 2f(h)hF(h) \right] = V_p K \quad (\text{Eq. A4.16})$$

Denominamos K a la expresión entre corchetes, de modo que K representa el cociente entre ambas varianzas ($V_i = V_p K$).

Cálculo de la covarianza de precios e indemnizaciones

Para hallar el valor de la covarianza entre los precios y las indemnizaciones, vamos a calcular primero los parámetros de la función truncada “precio asegurado” o “precio equivalente con seguro”, \tilde{p}_a . A continuación calcularemos los parámetros de la función truncada “indemnización” (\tilde{i}). Por último, a partir de estos dos hallaremos el valor de la covarianza del precio y la indemnización.

Calculamos los parámetros de la variable “precio asegurado”:

$$\tilde{p}_a = \begin{cases} P_g & \text{si } \tilde{p} < P_g \\ \tilde{p} & \text{si } \tilde{p} \geq P_g \end{cases}$$

Para calcular los parámetros de esta función nos basamos en Chavas y Holt (1990)

$$h' = \frac{P_g - E_p}{\sigma_p} = -h$$

Siendo E_p y σ_p la esperanza matemática y la desviación típica de la variable \tilde{p}

$$E(p_a) = E_p + \sigma_p [f(h') + h' F(h')]$$

$$V(p_a) = V_p [1 - F(h') + h' f(h') + h'^2 F(h') - f(h')^2 - h'^2 F(h')^2 - 2f(h')h' F(h')] = V_p K'$$

Hallamos la relación entre $E(\tilde{i})$ y $E(\tilde{p}_a)$, y entre $V(\tilde{i})$ y $V(\tilde{p}_a)$.

Como $h' = -h$; $F(h) = 1 - F(h')$; y $f(h) = f(h')$.

$$E(\tilde{p}_a) = E_p + \sigma_p [f(h) - h(1 - F(h))]$$

$$\begin{aligned}
 V(\tilde{p}_a) &= V_p \left[F(h) - hf(h) + h^2(1 - F(h)) - f(h)^2 - h^2(1 + F(h)^2 - 2F(h)) + 2f(h)h(1 - F(h)) \right] \\
 &= V_p \left[F(h) - hf(h) - h^2 F(h) - f(h)^2 - h^2 F(h)^2 + 2h^2 F(h) + 2hf(h) - 2f(h)hF(h) \right] \\
 &= V_p \left[-1 + 2F(h) + K \right]
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow K' = -1 + 2F(h) + K$$

Hallamos el valor de la $Cov(\tilde{p}, \tilde{t})$

Por definición: $\tilde{p} + \tilde{t} = \tilde{p}_a$

Tomando varianzas:

$$\begin{aligned}
 V(\tilde{p} + \tilde{t}) &= V(\tilde{p}_a) \\
 V(\tilde{p}) + V(\tilde{t}) + 2 Cov(\tilde{p}, \tilde{t}) &= V(\tilde{p}_a) \\
 V(\tilde{p}) + V(\tilde{p})K + 2 Cov(\tilde{p}, \tilde{t}) &= V(\tilde{p})(-1 + 2F(h) + K) \\
 2 Cov(\tilde{p}, \tilde{t}) &= V(\tilde{p})(-1 + 2F(h) + K - 1 - K)
 \end{aligned}$$

$$Cov(\tilde{p}, \tilde{t}) = V(\tilde{p})(-1 + F(h)) \quad (\text{Eq. A4.17})$$

**Capítulo 5: Aplicación de los instrumentos de
gestión de riesgos a la patata de media estación y
tardía en España**

En el capítulo 4 hemos desarrollado el análisis teórico de la elección óptima del agricultor frente a diversas herramientas de gestión del riesgo de mercado, incluyendo la propuesta de reducir el riesgo a través de un contrato a plazo ofrecido por las entidades cooperativas. En este capítulo se especula sobre la viabilidad y aplicabilidad de los resultados de dicho análisis a los productores de patata de media estación y tardía en España.

Para ello, comenzaremos por presentar la situación actual del subsector de la patata en España, y las herramientas de gestión del riesgo de mercado que están disponibles en la actualidad. En el primer epígrafe describiremos brevemente las características del subsector: producciones, comercialización, precios y política, donde se apreciará la importancia de los riesgos a que está sometido el mismo. En el segundo epígrafe se describirán las herramientas que existen en la actualidad relacionadas con la gestión de los riesgos del mercado de la patata: Fondo de Compensación de Álava, Seguro de Rentas, Mercados de Futuros y cooperativas.

En el tercer epígrafe plantearemos la aplicación a la realidad española de las herramientas de gestión del riesgo contempladas en el capítulo teórico (Capítulo 4). En concreto contemplaremos el empleo de los mercados de futuros y la implantación de un sistema de contrato a plazo realizado por las cooperativas, basado en el mercado de futuros y/o en un sistema de fondos y préstamos. Por último plantearemos el papel del sector público y la necesidad y posibilidad de apoyar alguno de estos instrumentos mediante la concesión de subvenciones.

5.1 La patata de media estación y tardía en España

La patata en España se caracteriza por tener producción a lo largo de todo el año, a diferencia de otros países europeos, con climas más fríos que impiden la producción de patata en invierno y primavera. Según sus fechas de recolección y de acuerdo con los criterios empleados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), se puede clasificar en cuatro grandes grupos:

- Patata extratemprana: Se recoge entre el 15 de enero y 15 de abril. Es patata de calidad, destinada en gran medida a la exportación. Las principales zonas productoras son las provincias costeras cálidas:
- Patata temprana: Se cosecha entre el 15 de abril y el 15 de junio. También se destina a exportación. Las principales zonas productoras son las provincias costeras o con bajo riesgo de heladas.
- Patata de media estación: Se recoge entre el 15 de junio y el 30 de septiembre. Tiene importancia en Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura y Galicia.
- Patata tardía: Se recoge entre el 1 de octubre y el 15 de enero, aunque su comercialización puede llegar hasta la primavera. Es importante sobre todo en la mitad norte (en Castilla y León, Galicia, Rioja y País Vasco).

Observamos en el cuadro 5.1 la distribución de superficies y producciones de patata según la fecha de recolección.

Cuadro 5.1 Superficie y producción de patata en España

Patata	Superficie (miles de hectáreas)		Producción (miles de toneladas)	
	2001 (% s/total)	2002 (% s/total)	2001 (% s/total)	2002 (% s/total)
Extratemp- prana	3,4 (2.94%)	3,7 (3.26%)	59,4 (2.01%)	72,3 (2.33%)
Temprana	21,6 (18.7%)	21,1 (18.6%)	439,0 (14.8%)	484,2 (15.6%)
Media Estación	58,1 (50.3%)	56,6 (49.9%)	1521,2 (51.5%)	1526,8 (49.3%)
Tardía	32,4 (28.1%)	32,1 (28.3%)	937,3 (31.7%)	1015,6 (32.8%)
TOTAL	115,5	113,5	2956,9	3098,9

Fuente: Boletín de Estadística Agraria. MAPA

Se observa que tanto en superficie como en producción las patatas de media estación y tardía vienen a representar entre el 75 y el 80% de ambos totales.

Otras clasificaciones de la patata atienden a su destino. Así tenemos:

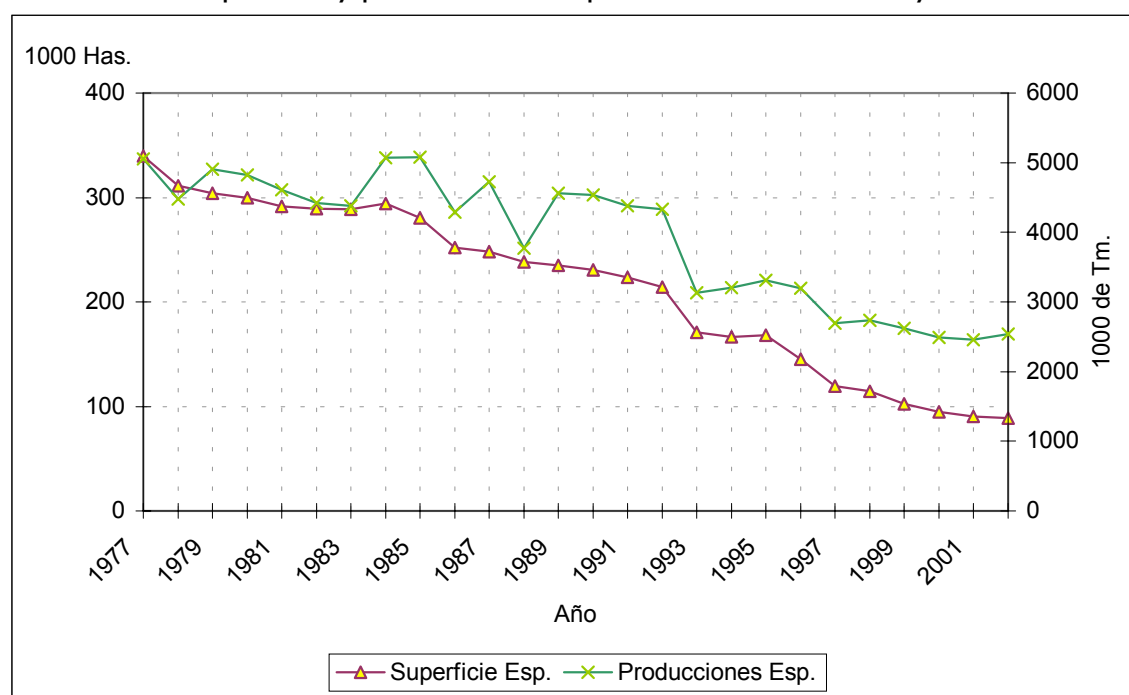
- Patata de siembra: Es patata de calidad, seleccionada para emplear como “semilla”. Álava es la principal productora de patata de siembra de España. Existen también importantes cooperativas productoras en el norte de Burgos y de Palencia.
- Patata para almidón
- Patata para procesamiento industrial
- Patata de consumo en fresco

En este trabajo nos centraremos en la patata de media estación y tardía destinada a consumo en fresco.

5.1.1 Evolución de producciones y rendimientos

En el gráfico 5.1 se muestra la evolución de las superficies y de las producciones nacionales de patata de media estación y tardía. Se verifica en la serie 1977-2002 una evolución descendente tanto en superficie como en producción. Si en 1986 había casi 300.000 Ha de patata, en la campaña 2002 la superficie fue de 88.700 Ha. Es pertinente señalar que en el período 1985-1996, la superficie comunitaria de patata se ha mantenido constante alrededor de 1.533.000 Ha, pero ha descendido a 1.334.000 Ha en la campaña 2001-02, que viene a ser un 2.5% menor que en la 2000-01.

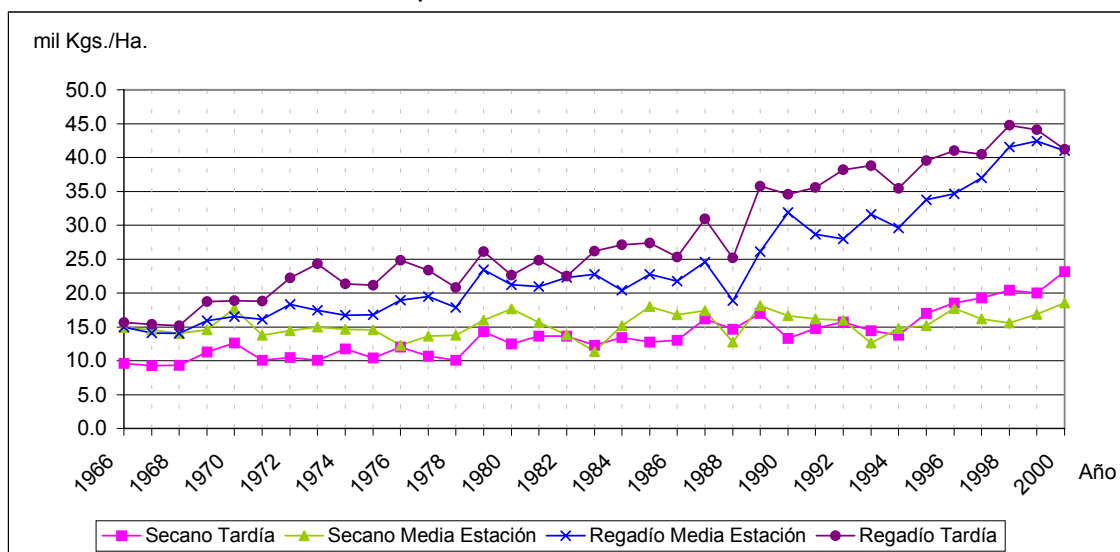
Gráfico 5.1 Superficies y producciones de patata de media estación y tardía



Fuente: Datos anuarios M.A.P.A.

Acompañando al descenso de superficies y producciones, se aprecia en el gráfico 5.2 un fuerte aumento de los rendimientos medios en las variedades de media estación y tardía cultivadas en régimen de regadío, y un aumento moderado en las mismas variedades cultivadas en secano.

Gráfico 5.2 Rendimientos de patata



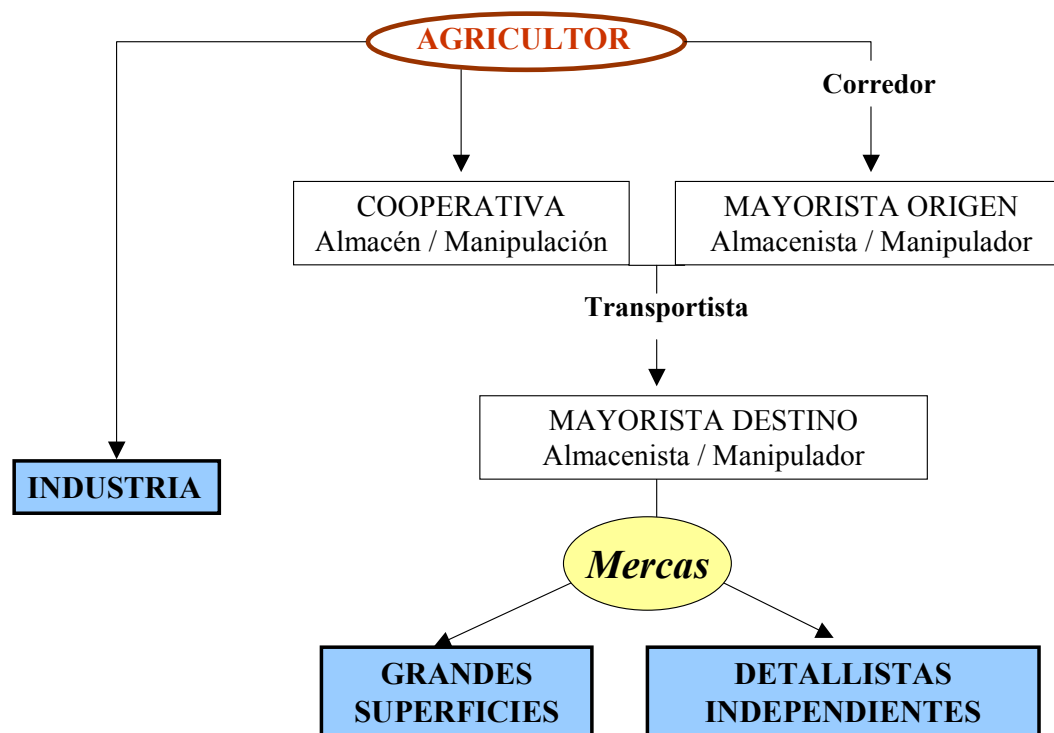
Fuente: Datos anuarios M.A.P.A.

5.1.2 Comercialización

La comercialización de la patata de media estación se produce en su mayor parte desde su recogida, durante los meses de verano, hasta los primeros meses de invierno. Ya a primeros de otoño empieza a aparecer la patata tardía, que se comercializa a lo largo del invierno e incluso en primavera. La patata puede llegar a conservarse en condiciones aceptables incluso hasta junio, pero no se suele almacenar en su mayor parte más que uno o dos meses, debido a los altos costes que ello conlleva.

Los canales de comercialización de la patata en España son complejos, y muy variados. El esquema tradicional incluiría los agentes que se muestran en la figura 5.1.

Figura 5.1 Canales de comercialización tradicionales de la patata de media estación y tardía



Fuente: Elaboración propia

Según sus destinos y variedades, se comercializa a través de canales bien diferenciados. Una primera subdivisión reconocería dos grandes grupos (García Vesga, comunicación personal, 2002):

- ♦ Para procesamiento industrial:
 - Chip: *Luxembourg, Agria, Saturna*
 - Prefrito congelada: *Red Pontiac*
 - General: *Agria, Hermes, Atlantic, Steltor*, etc.

- ♦ Para consumo en fresco (cocidas para ensaladas, fritas, purés o al horno):
 - Aptas para lavado: *Monalisa*
 - Otras: *Jaerla, Marfona, Red Pontiac, Spunta, Desirée, Dragas, Bartina, Berber, Encina, Freesia, Liseta, Mundial, Cóndor, Nicola*

Otros destinos secundarios serían el autoconsumo, la obtención de fécula y la alimentación animal, para los que en España, a diferencia de en otros países europeos, frecuentemente se emplea la patata que no consigue venderse a un precio adecuado en el mercado (patatas de calibre pequeño no comercial, patatas dañadas, y destríos en general) (Rincón García, 2004).

La patata para transformación en general se cultiva con contrato a plazo o con contrato integrado⁴. Los destinos de la patata de transformación en España son (García Vesga, 2002):

- Industria de chip (Matutano, RISI, etc.): el 80% va al mercado nacional, y dentro de las exportaciones, la mayor parte va a Portugal.
- Fritas alargadas precongeladas, o fritura francesa: el 99% va al mercado nacional.

Los principales destinos de la patata de media estación y tardía para consumo en fresco, lavada o no (en La Rioja constituye el 90%) son la red de Mercas, las plataformas (grandes superficies), y los mercados de Portugal.

⁴ En el contrato integrado la industria suministra al agricultor la patata de siembra y establece las técnicas de cultivo así como los rendimientos y las calidades esperadas. Se fija de antemano un precio concertado que puede fluctuar atendiendo a los precios de mercado en el momento de la recogida y puede verse sujeto a penalizaciones dependiendo de los rendimientos y calidades obtenidos (Rincón García, Á., 2004).

El agricultor individual, no asociado en cooperativas, vende a corredores o directamente a almacenistas o almacenistas-manipuladores. Los corredores son meros intermediarios. Tienen gran capacidad de negociación de los precios, dado que el mercado es poco transparente. Así como en destino existen mercas, en origen no hay lonjas que puedan dar precios orientativos. “En Castilla-León únicamente se cotiza patata en la Lonja Agropecuaria de Segovia, pero en ningún caso estos precios pueden considerarse como orientativos o representativos del mercado patatero castellano-leonés”.⁵

La agrupación de los agentes productivos en cooperativas y Sociedades Agrarias de Transformación (SAT) se produce como respuesta a la relativamente escasa capacidad de negociación de un pequeño agricultor ante grandes compradores, y también como forma de tratar de captar una mayor parte del valor añadido que alcanzan las patatas hasta el punto de venta final (Rincón García, 2004). Las cooperativas normalmente tratan directamente con los almacenes de destino o con los mercas.

Entendemos por manipuladores aquellos agentes de la cadena que tienen capacidad de clasificación, lavado, envasado y almacenamiento, adquiriendo el producto a granel y vendiéndolo envasado. Tanto almacenistas como manipuladores pueden emplazar sus instalaciones en origen o en destino. Tradicionalmente, el almacenista en origen se ha dedicado únicamente al acopio de la mercancía, y es el mayorista en destino quien realizaba la manipulación y la distribución en bolsas de 3, 4 ó 5 Kg con destino a los mercas y al detallista.

La red de Mercas constituye en la actualidad el principal punto de aprovisionamiento de productos perecederos para todos los agentes detallistas, desde el comercio tradicional hasta las formas más modernas de distribución (Rincón García,

⁵ Según palabras de Esteban Celemín Hernández, Jefe de la Sección de Iniciativas Comerciales y Asociativas de la Dirección General de Industrias Agrarias de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León (Comunicación personal, 2002)

2004). La patata comercializada a través de los Mercas representa una cuarta parte del total comercializado, pero esta proporción va aumentando ligeramente.

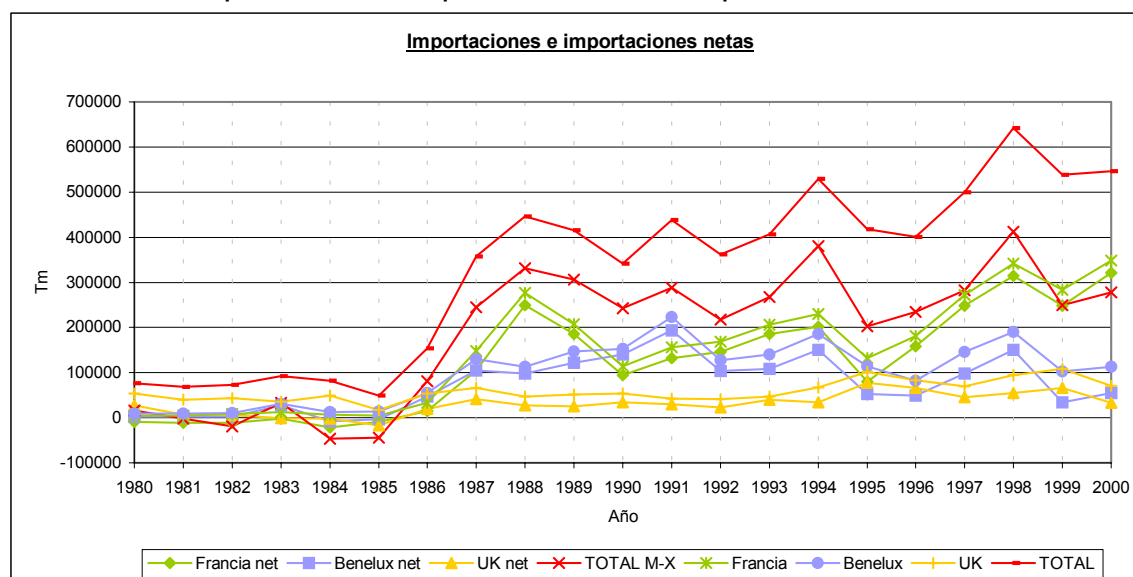
El sector de la hostelería y restauración está cobrando una importancia creciente como vínculo final con el consumidor. Según el MAPA, alrededor del 25% del volumen de patata de consumo comprada en España corresponde al sector de la hostelería.

La estructura de los canales comerciales evoluciona con gran rapidez, adaptándose a la evolución general de los mercados. En línea con los procesos de integración vertical y horizontal y de diversificación de actividades que se observa hoy en día en numerosos sectores de la economía, los canales de comercialización se multiplican generando una realidad de creciente complejidad. Cada vez se hace más difícil la definición y diferenciación de los distintos agentes económicos, sus relaciones y el papel que juegan en el proceso integral de comercialización. Existen solapamientos de funciones entre agentes de la cadena, funciones que evolucionan de forma dinámica configurando una estructura de los canales comerciales muy distinta a la existente hace poco más de diez años (Rincón García, 2004).

Así, es normal que no se den todos los eslabones de la cadena indicada en la figura 5.1, sino que puede saltarse de unos a otros, realizando unos agentes los papeles de otros. Por ejemplo, es frecuente la venta directa del origen a las grandes superficies. Los agricultores pueden vender directamente a los almacenistas, desapareciendo la figura del corredor, o incluso vender a los mayoristas en destino. En particular, en los últimos años, se ha observado una tendencia general a desplazar la manipulación y el envasado hacia el origen, tanto para incorporar mayor valor a la cadena en origen como para garantizar la calidad de la patata desde el origen.

Para comprender el mecanismo de formación de los precios y los riesgos de mercado es fundamental conocer el comercio exterior, dado que España no es un país aislado sino que está fuertemente integrado económicamente y comercialmente en Europa. Observamos las importaciones y exportaciones en el gráfico 5.3.

Gráfico 5.3 Importaciones e importaciones netas de patata 1980-2000



Fuente: Sumpsi et al. (2001)

Las exportaciones corresponden en su mayor parte a patata temprana, con destino comunitario, en especial Alemania, Reino Unido y Francia. Únicamente existe exportación de patata de media estación y tardía a Portugal.

Tras el ingreso en la Comunidad Económica Europea en 1986, España se ha convertido en un importador neto. En el cuatrienio 1997-2000 las importaciones se situaban en las 550.000 Tm., y las importaciones netas (importaciones menos exportaciones) rondaban las 300.000 Tm., lo que significa el 10% de la producción española, que está en torno a los 3 millones de Tm. Las importaciones habitualmente se concentran en los primeros meses del año, y en los dos últimos, correspondiendo en su mayor parte a envíos procedentes de la Unión Europea (más de la mitad de Francia, el 30% de Bélgica y Países Bajos y el 15% del Reino Unido) y de países terceros mediterráneos (sobre todo Egipto y Marruecos).

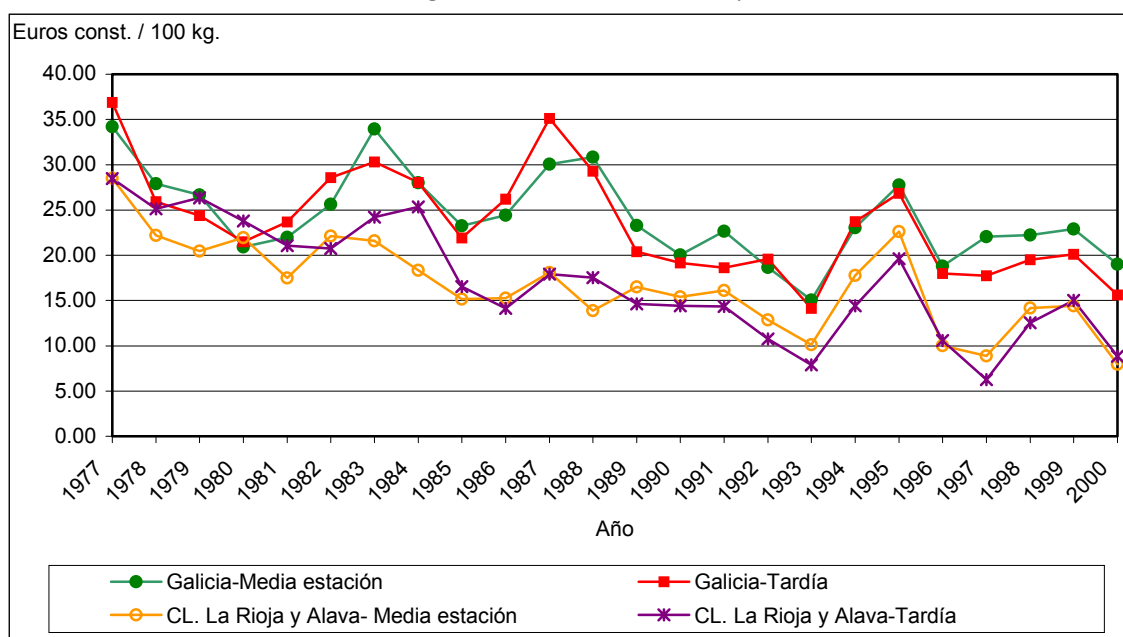
5.1.3 El riesgo de precios

Como hemos indicado en el epígrafe anterior, no existe en España un mercado de referencia de los precios en origen. Por ello, los precios disponibles se han obtenido del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, que los recoge a través de informadores locales.

Los mayores riesgos de hundimientos de precios que sufre la patata en España se dan en la patata de media estación y tardía, dado que la patata temprana y sobre todo la extratemprana son de producción mucho menor, gran calidad, y su destino es en gran medida la exportación, lo cual hace que tengan un mercado independiente y no sufran tanto los descensos de los precios.

En el gráfico 5.4 observamos la evolución de los precios medios de la patata de media estación y tardía desde 1977 hasta el año 2000.

Gráfico 5.4 Precios de la patata de media estación y tardía 1977-2000 (Euros constantes / 100 kg deflactados con el IPC)

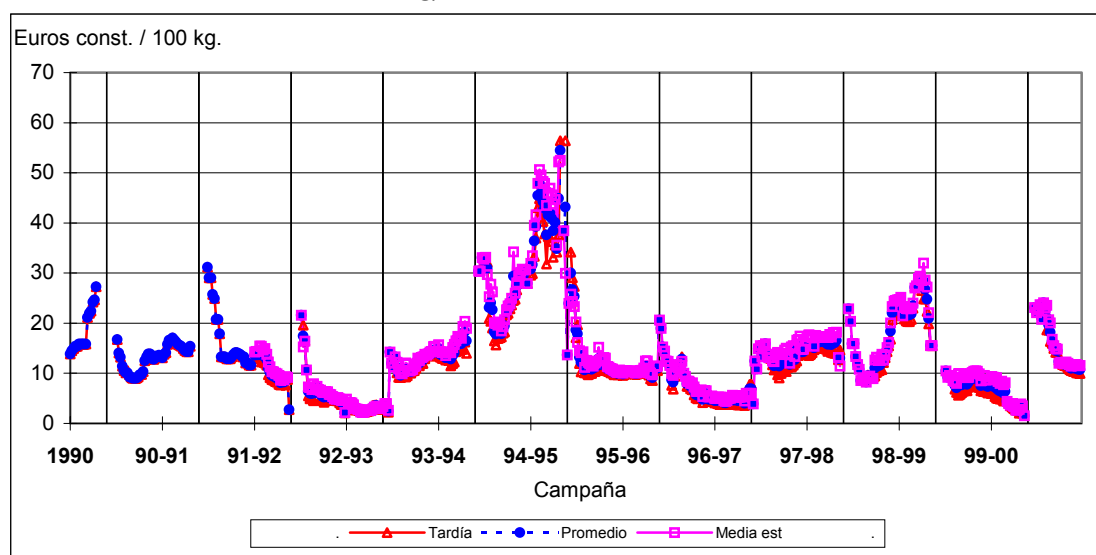


Fuente: Sumpsi et al. (2001)

Como se puede observar, además de una tendencia decreciente general, se manifiesta una gran variabilidad inter-anual, en la cual se puede percibir ciclos de unos cuatro años. Según Falder Huerta (1998), existen ciclos en los precios de la patata en España cada 4 a 6 años. Según el estudio realizado por Sumpsi et al. (2002), los ciclos que resultan más significativos serían de 3 a 4 años.

En el gráfico 5.5 se representa la evolución de los precios semanales de las campañas 1990-91 a 1999-2000. Se trata de precios medios semanales entre distintas variedades, y la línea de división de la campaña se ha establecido en la semana 22 del año, lo que corresponde aproximadamente a la primera semana de junio, fecha en la que concluye la venta de los últimos restos de patata tardía y comienzan a cosecharse las primeras patatas de media estación.

Gráfico 5.5 Precios semanales de patata de media estación y tardía de las principales zonas productoras (Galicia, Álava, Castilla y León y La Rioja) (Euros constantes /100 kg)



Fuente: Sumpsi et al. (2001)

Observamos que en la mayoría de los años los precios son mayores al inicio de la campaña, sobre todo en el momento de venta de la patata temprana, y van disminuyendo conforme avanza la campaña. Presentan una estacionalidad de 12 meses

(Arias, 1999). El problema de hundimiento de precios puede resultar especialmente grave para la patata tardía, sobre todo aquella que no se comercializa nada más cosecharse debido a la existencia de bajas cotizaciones. En estas ocasiones, si al llegar la primavera la patata temprana entra en los canales de comercialización a precios relativamente bajos o en gran cantidad, el precio de la tardía llega a hundirse totalmente haciendo imposible su venta, no cubriéndose ni los costes del almacenamiento ni los costes de producción.

También se aprecia en el gráfico 5.5 que los grandes hundimientos de precios se dan por campañas, siendo mucho menos importantes las oscilaciones de precios dentro de una misma campaña de comercialización. Y éstas son mayores cuando los precios son mayores, o en otras palabras, “al crecer la media también aumenta la dispersión debida a la estacionalidad” (Arias, 1999 p. 286). Esta característica de los precios de la patata, de experimentar los mayores riesgos de una campaña a otra y no dentro de la misma campaña, es clave a la hora de encontrar los instrumentos de gestión del riesgo más adecuados, de acuerdo con la clasificación de riesgos e instrumentos que veíamos en el capítulo 2.

Sin embargo, a simple vista es difícil formular hipótesis sobre el proceso de formación de precios. Según Caldentey y Gómez Muñoz (1993), el teorema de la telaraña no se produce, entre otras razones, porque las decisiones de producción no dependen únicamente de los precios del año anterior, sino que hay numerosos factores adicionales que influyen en las mismas (precios de años anteriores, precios de cultivos alternativos, precios de la patata de otras estaciones, influencia de los rendimientos, etc). La complejidad de esta realidad concuerda con los resultados del estudio pionero de Grandal (1986).

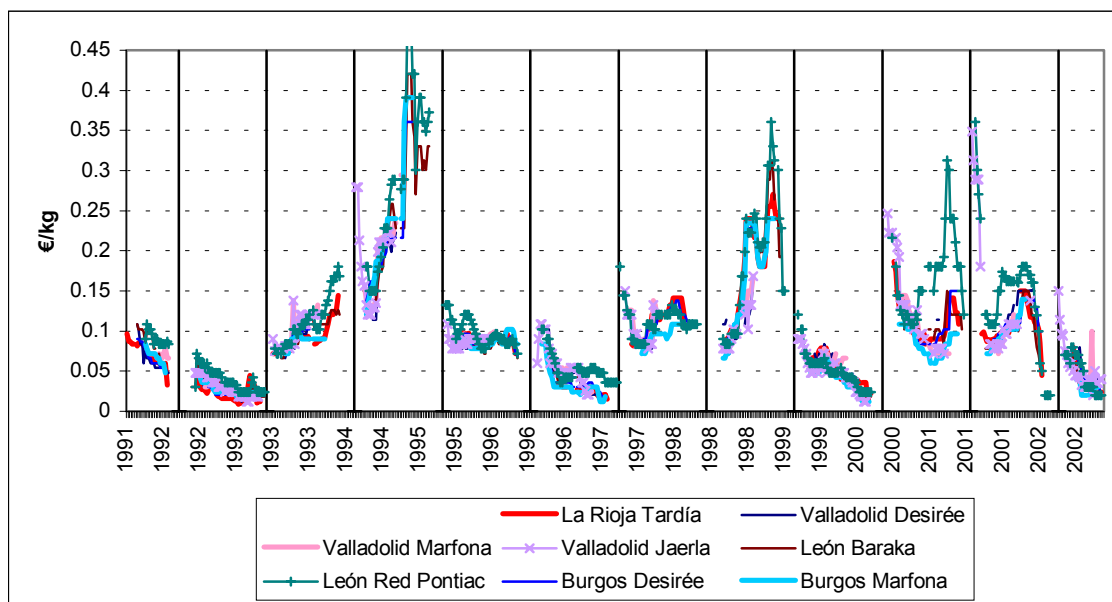
Con el fin de buscar la explicación de los precios, observemos los gráficos de las oscilaciones de los precios, el de producciones (Gráfico 5.1) y el de importaciones e importaciones netas de 1990 al 2000 (Gráfico 5.3). Podemos deducir que, en general, el precio responde a la producción interna: para producciones altas se producen mínimos de precios (campañas 84-85, 92-93, 95-96) y a la inversa (82-83, 86-87, 98-

99). Sin embargo, se observan excepciones para las campañas 94-95, 96-97 y 99-00, que coinciden con las campañas de máximos y mínimos precios en el ámbito europeo. Esto es patente, por ejemplo, en la campaña 96-97, en la que un precio europeo deprimido hundió los precios españoles (Sumpsi et al., 2001).

También observamos que las máximas importaciones se producen en años en que los precios tienen una tendencia creciente, entre un precio mínimo y un precio máximo, y las mínimas importaciones se producen, por el contrario, en períodos de descenso de los precios. Pero todo parece indicar que un hundimiento de los precios en España no va asociado a grandes importaciones. Así, en el 97 los precios estuvieron muy por debajo de los del 98 pero las importaciones fueron menores que en el 98, para unas producciones internas que no diferían mucho. En el 2000 las importaciones aumentaron algo, pero la producción interna disminuyó, con lo que no se explica el descenso de precios más que por un descenso generalizado en el mercado europeo. En el 95 los precios alcanzaron el máximo absoluto de los últimos 10 años, para una producción de la campaña 94-95 muy normal, y simultaneándose con una disminución drástica de las importaciones.

Podemos, pues, intuir que debido al incremento tan notable de las importaciones desde la incorporación de España a la Unión Europea, que pasaron de ser inferiores a 100.000 Tm. a alcanzar un volumen de importaciones en el rango de 400-500 mil toneladas, los precios en el mercado español se explican tanto por las producciones nacionales como por los precios del mercado europeo, sin que las variaciones de las cantidades importadas y exportadas expliquen de forma directa las variaciones de los precios.

Gráfico 5.6 Precios semanales 1991-2002 empleados en la aplicación empírica



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del M.A.P.A.

En el gráfico 5.6 reflejamos los precios semanales representativos de la patata de media estación y tardía. Se han seleccionado los pares variedad-provincia de los que se dispone de series más completas, y que serán los que se empleen en la aplicación empírica. Estos mismos precios se resumen en el cuadro 5.2, donde figuran, para cada campaña: el precio medio de la campaña y la desviación típica de los precios semanales de la misma. En este cuadro se ha considerado la campaña de comercialización como el período comprendido entre septiembre y febrero, ambos meses incluidos, que se corresponde con el período en que se comercializa la mayor parte de la producción de media estación y tardía en la mayoría de las provincias. Es decir, la campaña denominada 2000 en realidad corresponde al intervalo entre la semana 36 del año 2000 y la semana 9 del 2001.

Cuadro 5.2 Medias y desviaciones típicas de los precios semanales por campañas (Septiembre a Febrero) (€/kg)

€/kg	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León Red Pontii	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
E(P) 1990								0.09
SD(P) 1990								0.021
E(P) 1991	0.08	0.08	0.10	0.10		0.08	0.08	0.09
SD(P) 1991	0.006	0.010	0.008	0.007		0.006	0.018	0.009
E(P) 1992	0.03	0.02	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02
SD(P) 1992	0.009	0.004	0.012	0.010	0.010	0.008	0.008	0.009
E(P) 1993	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.09
SD(P) 1993	0.007	0.008	0.015	0.015	0.019	0.020	0.015	0.007
E(P) 1994	0.25	0.23	0.28	0.25	0.19	0.22	0.21	
SD(P) 1994	0.082	0.073	0.111	0.088	0.041	0.062	0.058	
E(P) 1995	0.08	0.09	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09
SD(P) 1995	0.005	0.005	0.014	0.008	0.004	0.005	0.005	0.006
E(P) 1996	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
SD(P) 1996	0.010	0.006	0.015	0.015	0.014	0.015	0.015	0.002
E(P) 1997	0.09	0.11	0.11	0.11	0.09	0.10	0.09	0.11
SD(P) 1997	0.011	0.018	0.017		0.016	0.018	0.011	0.021
E(P) 1998	0.16	0.16	0.17	0.21	0.10	0.11	0.11	0.17
SD(P) 1998	0.061	0.052	0.064	0.015	0.027	0.031	0.024	0.055
E(P) 1999	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06
SD(P) 1999	0.012	0.012	0.008	0.008	0.009	0.008	0.008	0.015
E(P) 2000	0.08	0.10	0.14	0.10	0.11	0.10	0.12	0.10
SD(P) 2000	0.018	0.020	0.029	0.008	0.030	0.028	0.020	0.015
E(P) 2001	0.10	0.11	0.15	0.11	0.10	0.09	0.13	0.11
SD(P) 2001	0.021	0.019	0.026	0.025	0.016	0.017	0.024	0.023
E(P) 2002	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03
SD(P) 2002	0.008	0.012	0.018	0.010	0.009	0.023	0.012	0.010
E(P) 90-02	0.09	0.09	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08
SD(P) 90-02	0.064	0.060	0.068	0.068	0.044	0.050	0.048	0.042
SD(P) media	0.021	0.020	0.028	0.019	0.018	0.020	0.018	0.016

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del M.A.P.A.

Las filas antepenúltima y penúltima corresponden a la media de los precios medios de todas las campañas analizadas y a la desviación típica de dichos precios medios, respectivamente. Esta desviación típica nos da una idea de la magnitud del riesgo entre campañas. Si la comparamos con las desviaciones típicas de cada campaña, observamos que en general es mayor. La media de dichas desviaciones típicas, que aparece en la última fila del cuadro 5.2, es siempre menor que la desviación típica de los precios medios de las campañas. Por ello podemos establecer que las diferencias de los precios de una campaña a otra son mayores que las diferencias dentro de la campaña, es decir, son mayores los riesgos “entre campañas” que “intra-campaña”. Por

ello, los mercados de futuros o los servicios de contratación a plazo de las cooperativas posiblemente tengan menos valor como instrumento de protección de riesgos que otros que cubran de los riesgos “interanuales”.

5.2 Políticas y herramientas actuales de gestión de riesgos de mercado de la patata.

El subsector de la patata no goza de ningún tipo de intervención pública en el seno de la política agraria europea. No existe un sistema de intervención ni ayudas directas, si se exceptúa el programa de ayudas al almacenamiento privado. En España se han concedido ayudas al almacenamiento en años de grandes hundimientos de precios. Así, la Orden ministerial que regula el almacenamiento privado de patata se publicó en el BOE el 17 de Septiembre del 2000, año de hundimiento de los precios. La normativa recogía un presupuesto de 2,4 millones de € para este almacenamiento, y preveía el pago de una ayuda de 1,2 cts. de € por kilo y mes, con un máximo de dos meses y un tope de 100.000 Tm, que luego fue aumentado a 250.000 Tm.

De acuerdo con algunos analistas, el resultado de las ayudas al almacenamiento no fue muy satisfactorio, porque los precios no lograron remontar los 0,06 €/kg. En líneas generales, el almacenamiento del producto no se muestra como una solución: la patata no se puede almacenar por tiempo mayor a unos meses, y frecuentemente no da tiempo a que el precio se recupere. Además, es necesario que la patata se conserve en cámaras frigoríficas, con tratamientos sanitarios, antigerminativos y otros, lo cual supone unos altos costes (1,2-9 cts. €/kg y mes, unos 3 cts. € de media), lo cual se une a la pérdida de calidad del producto con la consiguiente depreciación del mismo, y a la competencia de las patatas tempranas que aparecen en primavera, que por ser nuevas se venden a precios más altos. Todo ello conlleva que no sea fácil que el coste de la conservación se vea compensado con un aumento de los precios de venta.

Hay también ayudas para la retirada de patata, que se destinan a organizaciones de productores (OP), cooperativas y sociedades agrarias de transformación (SAT), pero no a productores individuales.

Un instrumento de gestión de riesgos de precios existente en la actualidad es el contrato a plazo. Como se ha indicado en este capítulo, estos contratos únicamente se dan en la patata que se vende para la transformación industrial, y en la patata de siembra, pero no en la de consumo en fresco. Además, tienen numerosos inconvenientes, ya que, al no estar regulados, no siempre se cumplen las condiciones estipuladas. Frecuentemente el precio fijado está sujeto a penalizaciones dependiendo de los rendimientos y calidades obtenidas. *“Al ser la industria quien fija, examina y establece si el grado de calidad y el rendimiento industrial que se espera de las patatas obtenidas por el agricultor se ajustan al contrato, las penalizaciones y reducciones en el proceso suelen ser abusivas y habituales”*. También ocurre que, *“a pesar que existe un compromiso de entrega de toda la producción a la industria, en el caso de que los precios de mercado sean superiores a los concertados, el agricultor se ve frecuentemente tentado a embarcarse en maniobras especulativas, prefiriendo comercializar directamente parte de su producción”* (Rincón García, 2004 p. 55 y entrevistas con productores).

Otro sistema de gestión de precios muy implantado en la actualidad es la comercialización a través de las cooperativas. Además de las ventajas mencionadas en el epígrafe 5.1.2, las cooperativas tienen la capacidad de amortiguar la volatilidad de precios en el curso de la campaña de comercialización mediante el promedio de los precios de venta de la patata a lo largo de la campaña entre los socios. Sin embargo, como hemos visto, los mayores riesgos se producen entre campañas. Otras herramientas de gestión de riesgos existentes en la actualidad son el Fondo de Compensación de Álava y el Seguro de Rentas de 2003. Ambas son mecanismos de tipo asegurador, cuyo objetivo es proteger de las oscilaciones de los precios entre campañas aquellos que se acogen a ellas. Estas tres herramientas se explican en los epígrafes siguientes.

Por último, cabe hacer referencia a los mercados de futuros. Aunque no existen en España, existen dos mercados que negocian futuros de patata en Europa, y por ello podemos considerarlos como posibles referencias e incluso herramientas alternativas para la gestión de riesgos en España. Se trata del mercado de Amsterdam o *Euronext.Liffe*, y el de Hannover. Existió uno en Londres (LIFFE) pero fue suspendido en el año 2002 tras su fusión con Euronext. Explicaremos también ambos mercados en los epígrafes siguientes.

5.2.1 Las cooperativas

Las cooperativas, como se ha indicado anteriormente, tienen menor importancia en el sector de la patata que en otros sectores. Según datos de Falder Huerta (1998), el número de cooperativas, socios y cantidades comercializadas en España y en las principales regiones productoras de patata de media estación y tardía son las que reproducimos en el Cuadro 5.3:

Cuadro 5.3 Algunos datos de cooperativas de patata en España

	Número de cooperativas	Tm. comercializadas	Número de socios
España	63	127.743	34.424
Castilla-León	10	45.972	1.494
Galicia	4	2.312	291
País-Vasco	1	6.826	123
La Rioja	3	26.053	242

Fuente: Datos obtenidos de Falder Huerta (1998)

Como se puede observar en el cuadro 5.3, la producción total comercializada a través de las cooperativas en 1998 no llegaba al 4% de la producción nacional. Aunque en algunas regiones tenía mayor importancia, como en La Rioja, donde suponía cerca de un 13%.

Juan Corbalán, de la Confederación de Cooperativas Agrarias de España, notifica que en 2003-04 las cooperativas comercializan del 10 al 13% de la producción española total de patata. Pero la cantidad comercializada depende mucho de las regiones y del tipo de patata. Para la patata de consumo en fresco y para industria, en el País Vasco, asciende al 28 %, con tres cooperativas en Álava; en Castilla-León supone el 25%, y en La Rioja el 20%. Para la patata de siembra estos porcentajes son mucho mayores.

La opinión de los expertos de las Organizaciones Profesionales Agrarias y la Confederación de Cooperativas Agrarias de España coincide en señalar como principal causa del escaso grado de asociacionismo la carencia de una organización común de mercado (OCM) para el sector que ha transformado el cultivo de la patata, para buena parte de los agricultores, en una actividad marginal y con un carácter marcadamente especulativo (Falder Huerta, 1998). Nosotros podríamos apuntar también como motivo del mismo la naturaleza de los riesgos de los precios de la patata, caracterizados por las fuertes oscilaciones inter-anales frente a las intra-anales, que son las que la cooperativa podría reducir.

Las cooperativas generalmente facilitan o proporcionan al agricultor las semillas, abonos, etc. y comercializan de manera conjunta la producción de sus socios. El agricultor tiene la obligación de entregar la producción a la cooperativa. Ésta, dependiendo de sus posibilidades de almacenamiento y del estado del mercado, irá vendiendo la producción de un modo ordenado en el tiempo para asegurar buenos precios. El socio suele cobrar “a resultas”, es decir, según los resultados globales de las ventas, una vez deducidos los costes de manipulado, comercialización y estructura. Esto permite compensar los resultados de unos socios con los de otros, los resultados de las ventas que se han producido al principio de la campaña con los de las ventas del final de campaña (comunicación personal, García Vesga, 2002). No obstante, esto no significa que las cooperativas no primen la calidad y la presentación del producto mediante tablas de precios liquidados.

5.2.2 Fondo de Compensación de Álava

El Fondo de Compensación de Álava es un sistema de autoseguro de precios. Su origen hay que fijarlo en la crisis de precios de la patata de 1992. A petición de los productores, se empezó a estudiar la creación de un sistema de protección de precios. Pero tuvo que ser necesaria la crisis de 1996 para su puesta en marcha con la colaboración de la Diputación de Álava, entrando en funcionamiento en la campaña 97/98.

Los agricultores hacen aportaciones al Fondo al principio de la campaña, en función del número de hectáreas que van a sembrar de patata. Sólo se puede asegurar aquella superficie que se va a sembrar con patata de libre comercialización, y con patata de siembra. La superficie de patata sembrada con contrato, patata que normalmente es destinada a la industria transformadora, no puede acogerse al Fondo, por considerarse que no hay incertidumbre sobre el precio percibido en el momento de la siembra.

La Administración aporta asimismo una cantidad fija por hectárea a la cuenta de cada agricultor. Las aportaciones de la Administración las realizan a partes iguales la Diputación de Álava y la Administración Autonómica Vasca.

El Fondo de Compensación para la patata es un fondo único: su gestión administrativa y financiera es única. Sin embargo, aunque sólo existe un único fondo, cada agricultor tiene reconocida una cuenta individual.

El Fondo garantiza un precio al agricultor (P_g), que es una estimación de los costes de producción para la provincia. Se entiende por precio de mercado (P_m) el precio medio al que se considera que se han vendido las patatas en la campaña, y se calcula mediante una media ponderada de precios de Álava, León, Burgos y La Rioja. Cuando el precio de mercado disminuye por debajo del precio garantizado, al

agricultor le corresponde una indemnización a cuenta del Fondo. La indemnización es igual a la diferencia del precio garantizado (P_g) menos el precio de mercado del año (P_m). Esta diferencia hay que multiplicarla por los kilos teóricos que ha asegurado el agricultor, es decir, por la superficie que ha asegurado multiplicada por un rendimiento prefijado, común para toda la provincia, independiente de que la cosecha haya sido buena o mala, y que es de 28.000 Kg/ha para la patata de consumo (Bielza, 2002). Se compensa, pues, la pérdida de renta debida al precio traduciéndola a euros por hectárea.

El Fondo de Compensación tiene el tratamiento fiscal de una Entidad de Previsión Social Voluntaria (EPSV). Una EPSV es una forma jurídica propia de la Comunidad Autónoma Vasca similar a un fondo de pensiones. Son sistemas voluntarios de previsión, pudiendo el contribuyente reducir su base imponible por las aportaciones realizadas con unos límites, con lo que se minorará el importe a partir del cual se calcula en las tablas del I.R.P.F. El Fondo, como EPSV, tiene por tanto un atractivo fiscal para el agricultor (Compés López et al., 2001; Bielza, 2002).

5.2.3 El Seguro de Rentas de la patata

El Seguro de Rentas de patata se enmarca en el sistema de seguros agrarios español (descrito por Burgaz Moreno y Pérez-Morales, 1996). En España no existen seguros agrarios ofrecidos directamente por las compañías privadas, sino que están dentro del sistema de seguros agrarios subvencionado por el Estado. En él, las compañías privadas ofrecen seguros de forma asociada, y de común acuerdo con la Entidad Española de Seguros Agrarios (ENESA), organismo autónomo dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, que es la encargada de gestionar las subvenciones. Así mismo, el sistema tiene también intervención estatal a través del Consorcio de Compensación de Seguros, dependiente del Ministerio de Economía, que proporciona reaseguro al sistema de seguros agrarios.

En primer lugar, refiriéndonos al seguro de cosecha de la patata, podríamos decir que este seguro goza de relativamente poca popularidad y acogida. ¿Cuáles son las razones? La cuantía que tienen que pagar los agricultores en relación a sus ingresos totales es relativamente baja (menos del 1% del capital asegurado), por lo cual cabría suponer como posible razón de la baja acogida que los riesgos no son lo suficientemente importantes o frecuentes como para que el agricultor se tome la molestia de asegurarse. Sin embargo, en el caso de los riesgos de precios no se puede decir lo mismo. Por ello, se está a la expectativa de la acogida que tendrá el Seguro de Rentas.

El Seguro de Rentas ha comenzado como un seguro piloto o experimental dentro del Plan Anual de Seguros Agrarios de 2003. En líneas generales, este seguro combina el seguro de cosechas con un seguro de precios. Cuando el precio de referencia de mercado disminuye por debajo del precio garantizado, el seguro da lugar a una indemnización. El precio de referencia es un precio índice, que se calcula para cada provincia y grupo de variedades.

Todas sus especificaciones y condiciones se pueden encontrar en la Orden APA/545/2003, de 6 de marzo, (BOE núm. 63 de 14 de Marzo de 2003 o también en la página de internet de ENESA www.mapya.es), que se adjunta en el apéndice 5.2.3. Como se indica en el mismo apéndice, el valor de algunos parámetros ha sido corregido por la Orden APA/727/2003, de 25 de marzo, (BOE núm. 68 de 1 abril 2003).

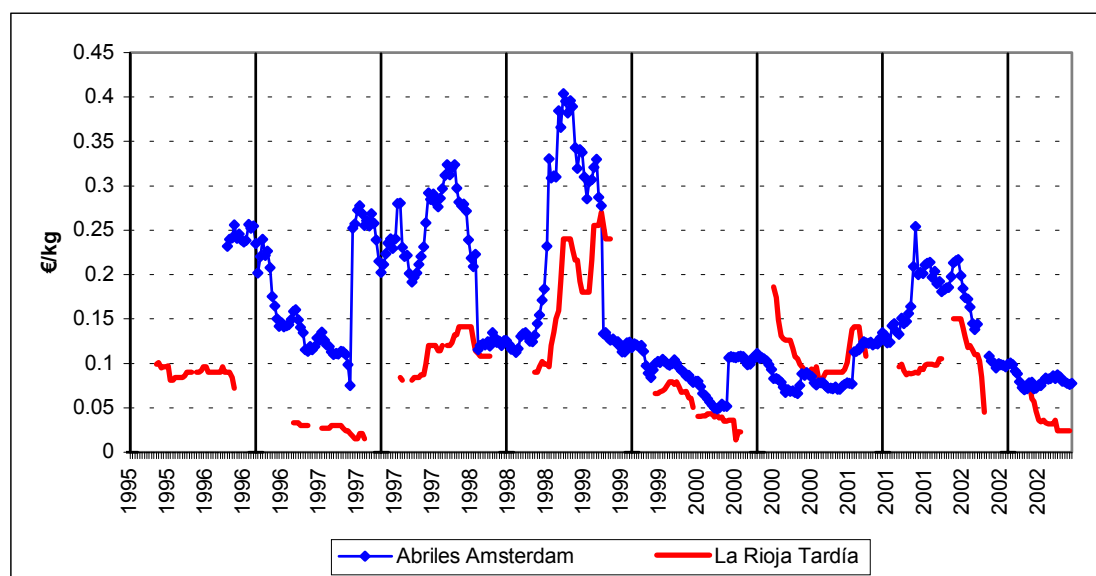
5.2.4 Los mercados de futuros de Ámsterdam y Hannover

Los mercados financieros o mercados de derivados que comercializan futuros de patata son los de Ámsterdam y Hannover. Ambos se describen detalladamente en los apéndices a este capítulo. Sin embargo, podemos indicar que el mercado de

Ámsterdam⁶, que forma parte de *Euronext.Liffe Commodities Markets*, en la actualidad únicamente comercializa futuros de patata apta para industria que vencen en abril y junio. El mercado de Ámsterdam no comercializa opciones desde Junio de 2002.

El mercado de Hannover⁷ pertenece a la Warenterminbörse Hannover AG o WTB-Hannover y tiene tres contratos de futuros: “patata de mesa o venta en fresco”, con entrega del producto, y otros dos contratos en que no hay entrega física del producto y que están basados en dos índices: contrato de “patata para procesado o de industria” y contrato de “patata de Londres”. El contrato de “patata de Londres” se implantó para sustituir a los contratos de futuros de patata que existían en el LIFFE de Londres hasta 2002. Este mercado tampoco tiene en al actualidad ningún contrato de opciones.

Gráfico 5.7 Precios de los futuros (abril) del mercado de futuros de Amsterdam



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Euronext.Liffe Commodities Markets Amsterdam* y del M.A.P.A.

⁶ <http://www.aex.nl/aex.asp?taal=en>

⁷ <http://www.wtb-hannover.de/index.shtml?tl&en>

En el gráfico 5.7 mostramos los precios de las cotizaciones de que disponemos de los abriles del mercado de futuros de Ámsterdam. A título de comparación, se representa también una de las series de precios locales (La Rioja)

5.3 Aplicación de las herramientas de gestión de riesgo analizadas

Como hemos visto en el epígrafe 5.1.3, la patata de media estación y tardía en España está sometida a fuertes caídas de precios cada tres o cuatro años, y que se deben tanto a excesos de producción nacional, como al hundimiento de los precios en Europa. Ante esta situación, parece interesante investigar posibles alternativas de sistemas de protección de riesgos para el sector.

Describimos a continuación qué herramientas de gestión de riesgos parecen más interesantes para combatir estos riesgos, tanto desde el punto de vista de su eficiencia, como de su viabilidad y de su coste.

5.3.1 Posibilidad de aplicación de sistemas de gestión de riesgo

Como hemos visto anteriormente, el contrato a plazo es una herramienta eficaz en la protección de riesgos de precios y está muy extendida en el sector de la patata, en particular entre productores e industrias transformadoras. Pero este tipo de contrato se ve dificultado por la poca transparencia de los precios y por la dependencia de los almacenistas y compradores a la hora de fijar los mismos. Estos problemas podrían ser solventados con los mercados de derivados, entendiendo por derivados tanto los futuros como las opciones de futuros de patata. Sin embargo, su implantación no siempre es sencilla. En España, la experiencia del mercado de cítricos

de Valencia es una muestra de ello. Recientemente se ha estrenado el Mercado de Futuros del Aceite de Oliva, que aspira a convertirse en una referencia mundial en el sector del aceite de oliva.

Los principales inconvenientes de los mercados de futuros parecen ser la complejidad de su empleo, sus costes y la necesidad de inmovilización de capital, así como la existencia de un cierto riesgo básico que les puede restar eficiencia. A esto se une frecuentemente la falta de liquidez derivada de la insuficiente presencia de especuladores. Sin embargo, en Europa existen algunos mercados de futuros de productos agrarios que funcionan con relativo éxito. La existencia de estos mercados de futuros conduce al planteamiento de una pregunta central en esta investigación: ¿podría ser viable el empleo de los mismos por los productores españoles? Dado que estamos integrados en un mismo mercado, y que los precios europeos parecen influir de forma importante en los precios españoles, cabría esperar que lo fuese. En el análisis empírico comprobaremos si el mercado de Amsterdam (para el cual disponemos de una serie de datos más larga) sería interesante o no para un productor de patata español.

El seguro de rentas también es un sistema de protección de riesgos de mercado que se ofrece en la actualidad. Como hemos visto, es esperable que este seguro tenga mayor acogida que el seguro de cosechas existente, dada la importancia de los riesgos que cubre. A pesar de ello, este seguro tiene un serio inconveniente: el riesgo de precios es un riesgo sistémico, y desde el punto de vista de la teoría actuarial, un sistema de seguros no es lo óptimo para cubrir este tipo de riesgos, requiriendo un fuerte reaseguro y/o intervención estatal. El análisis empírico nos permitirá verificar el interés del seguro para el agricultor español.

Debido al carácter sistémico de este riesgo, cabría también plantearse el empleo de los mercados de futuros como medio de reaseguramiento de los seguros, bien por parte de las compañías aseguradoras, bien por parte del Estado. Este tema es sumamente interesante como objeto de estudio económico-financiero-actuarial, y ha sido analizado por Guinvarc'h (2003).

Por último, el autoseguro es un sistema de protección de precios entre las distintas campañas. Tiene como inconvenientes que es necesario tener acumulado un cierto capital para una protección eficaz, es decir, las primeras campañas apenas habría protección frente a una drástica caída de los precios. Por ello, sería mejor un seguro u otra herramienta que reparta el riesgo entre distintos agentes. En el caso del Fondo de la Patata de Álava, la subvención permite que se pueda acumular más capital, lo que proporciona mayor protección los primeros años y además, la subvención unida a las ventajas fiscales constituyen un fuerte incentivo al ahorro y constitución del Fondo. El fondo de autoseguro podría ser también una herramienta interesante para ser promovida por el Estado, en cuyo caso habría que estudiar la subvención mínima necesaria para que los productores tuviesen suficiente incentivo para constituir el fondo.

5.3.2 Planteando una alternativa que combina varios instrumentos: El contrato a plazo de la cooperativa

Planteamos la posibilidad de emplear uno de los mercados de futuros europeos de una forma viable para los agricultores. Partimos de la hipótesis de que uno de los principales inconvenientes del empleo de los mercados de futuros por parte de los productores españoles es la dificultad para comprender su funcionamiento y la escasa formación en materia de instrumentos financieros. La adquisición de los conocimientos necesarios para operar con seguridad y conciencia de los riesgos asumidos tiene un coste muy alto para un agricultor que tuviese una producción relativamente reducida. Sin embargo, este inconveniente desaparecería en el caso de que fuese una única persona la que tuviese dicha formación, y que ésta fuese empleada por gran número de agricultores, creándose así economías de escala.

Dada la agrupación existente actual de buena parte de los productores en cooperativas, una solución a estos problemas sería que fuese la cooperativa quien negociase en el mercado de futuros, ya sea en el de Holanda o el de Alemania. A su

vez, la cooperativa simplificaría al máximo la tarea para el agricultor: le ofrecería un contrato a plazo, del mismo modo que lo haría una industria transformadora. En realidad, la cooperativa está ofreciendo al agricultor un contrato de futuros pero sin ningún riesgo básico, que es la esencia del contrato a plazo.

Desgraciadamente, los precios locales no son los mismos que los precios del mercado de futuros. Al ofrecer el contrato a plazo, el riesgo del agricultor desaparece, pero la cooperativa sólo podría disminuir parcialmente el suyo acudiendo al mercado de futuros. Es decir, cuanto más parecidos sean los precios locales y los de los futuros, o mayor sea la correlación de dichos precios, menor riesgo asume la cooperativa. Pero si la diferencia de precios es grande, persiste un riesgo considerable, denominado riesgo básico, que sería enteramente asumido por la cooperativa.

En razón a ello, la cooperativa deberá ser compensada por el agricultor por asumir dicho riesgo básico, así como por sus gastos de contratación en el mercado de futuros y gastos de gestión. Por ello, la cooperativa deberá cobrar una prima o recargo al agricultor en concepto de dichos factores.

Por otro lado, la cooperativa, al ser en definitiva una unión formal de agricultores, no tiene capacidad para asumir dicho riesgo: al final todas sus cuentas repercutirán en sus socios. Por ello, se hace necesario encontrar el modo de transferir dicho riesgo básico. Este riesgo podría ser transferido por distintas vías, como podrían ser un reaseguro por parte de una entidad aseguradora, constitución de un fondo propio para compensar unos años con otros, recurrir a préstamos bancarios, repercutir dicho riesgo al Estado, etc. Estas posibilidades merecerían un estudio detallado, pero dado que no es el objetivo de esta tesis, plantearemos una de ellas que sirva a modo de ejemplo para la aplicación empírica, solución que combinaría el fondo de compensación o de autoseguro y los préstamos bancarios.

De acuerdo con este sistema, los resultados de los años en que la cooperativa ganase con el contrato a plazo irían a constituir un fondo para compensar los años malos. En aquellas ocasiones en que no hubiese recursos suficientes, se recurriría a un

préstamo de una entidad financiera, que sería devuelto en uno o dos años, cuando los buenos resultados lo permitiesen. La prima o recargo que pagaría el agricultor por ser protegido del riesgo básico sería empleada para costear los intereses derivados de dichos préstamos. Un sistema de este tipo ha sido analizado por Guinvarc'h (2003) para el sector porcino en Bretaña (Francia).

Para definir con claridad el funcionamiento del contrato a plazo y conocer la utilidad de los mercados de futuros en el escenario planteado, se hace necesario conocer las características y funcionamiento de los mercados de futuros europeos existentes (Apéndice 5.2.4), conocer los mecanismos de funcionamiento de las cooperativas, y tratar de ensamblar ambos sistemas. Igualmente, hay que estudiar todos los costes, tanto los costes de transacción en el mercado de futuros y de capitales inmovilizados, como los costes que supone para la cooperativa: formación del personal, salarios, etc. Para aplicar el modelo a un caso general, distinto del caso español, habría también que tener en cuenta los altos costes de funcionamiento de la cooperativa: oficinas, gestiones administrativas, cursos de formación, etc pero dado que lo que se pretende en este caso es aprovechar una entidad existente, únicamente habrá que tener en cuenta una parte de los gastos corrientes (luz, teléfono, etc.).

Todo esto se explica con detalle en el capítulo 6, en el que se detalla la metodología y los modelos empíricos. Hay que recordar que toda la viabilidad de este sistema radica, sobre todo, en la existencia de una correlación significativamente positiva entre los precios locales percibidos por el agricultor y los precios del mercado de futuros empleado. En nuestro caso, dado que los mercados de futuros están geográficamente muy alejados de los españoles, y los tipos de patata y las condiciones de cultivo son distintos, no cabe esperar unos resultados muy positivos. Pero esto habrá que determinarlo de forma rigurosa y deducir así en qué medida tiene interés este sistema. En cualquier caso, el análisis que aquí se haga puede tener aplicación y gran interés para otros productos y mercados que, perteneciendo a un sector desestructurado como lo es el de patata, puedan tener un mercado de derivados relativamente cercano o de características de precios y variedades similares.

5.3.3 Materialización en la aplicación empírica

Recapitulando, hemos concluido que podría ser interesante analizar la contratación directa del agricultor en los mercados de futuros europeos, el aseguramiento a través de un seguro de rentas semejante al actual y la cobertura de su producción a través de un contrato a plazo con una cooperativa. Todo esto será contemplado, pues, en la aplicación empírica.

Por un lado, y basándonos en los resultados del estudio teórico o desarrollo analítico, contemplaremos la elección del agricultor entre el mercado de futuros y el seguro. Para ello emplearemos el mercado de futuros de Amsterdam, dado que es el que puede ofrecer una serie más larga de precios. El seguro contemplado será semejante al seguro de ingresos existente en la actualidad, con la restricción de que únicamente vamos a tener en cuenta la componente precios, que es la relativa al análisis teórico. Como vimos en el capítulo 3, incorporar también los rendimientos como factor de riesgo complicaría enormemente la modelización. A esto se une el hecho de que, en el caso del sector de la patata, los riesgos de rendimientos son menos importantes que los riesgos de precios, y las variables precios y rendimientos son relativamente independientes (recordemos que el precio español en la actualidad está fuertemente influido por otras producciones europeas, más importantes que la española).

En segundo lugar, dada la dificultad del acceso directo de los agricultores al mercado de futuros, estudiaremos el contrato a plazo realizado por la cooperativa. Por un lado se estudiará el funcionamiento desde el punto de vista de la cooperativa; se calcularán los costes y ganancias potenciales, tanto derivadas directamente del contrato a plazo, como los derivados de acudir al mercado de futuros y de cubrirse mediante el sistema de fondo-préstamos; y se calcularán los recargos que cobrará la cooperativa por el contrato a plazo. A partir de los resultados obtenidos, se analizará el problema de la decisión del agricultor. En concreto, se analizará cuál será la elección óptima del agricultor entre el contrato a plazo y un seguro de precios basado en el

seguro de rentas actual, y la elección óptima entre el contrato a plazo y un seguro de precios individual como aplicación de la metodología de Chavas y Holt (1990), de acuerdo con lo visto en el capítulo 4.

5.4 Papel del Estado

El papel del Estado en la gestión del riesgo de mercado de los agricultores ha sido ampliamente discutido en la literatura, especialmente en el caso de productos agrarios con fuerte volatilidad de precios y que no tienen garantía de precios ni ayudas, como es el caso de la patata. Este debate se ha visto agudizado recientemente por el proceso de liberalización del comercio agrario internacional, que ha provocado la eliminación total o parcial de los mecanismos de garantía de precios en productos que sí han disfrutado tradicionalmente de este tipo de protección.

Algunas razones que justifican la intervención del Estado son, entre otras, su capacidad de ofrecer un reaseguro más barato que entidades de menor tamaño y sobre todo, corregir los fallos de mercado de los seguros y de los mercados de futuros. Estos mercados tienen fallos tanto desde el punto de vista de la oferta, específicos de cada herramienta de gestión del riesgo y especificados en el capítulo 2, como de la demanda. Entre éstos, cabe mencionar el fallo cognitivo o la percepción irreal del riesgo, el esperar ayudas extraordinarias del Estado o la dificultad que supone el conocimiento del funcionamiento de los mercados de futuros (European Commission, 2001). También puede ocurrir que la aversión al riesgo de los agricultores no sea suficientemente importante como para pagar los costes de dichas herramientas (Goodwin, 2001).

Sean cuales sean las razones, los instrumentos de mercado por sí solos no satisfacen la necesidad de protección del riesgo y el sector agrario sufre importantes problemas derivados de los riesgos de mercado a los que está sometido. En general,

las grandes crisis económicas que sufre el sector agrario requieren de ayudas extraordinarias en situaciones de emergencia, lo cual da lugar, según palabras de Innes, a una “política económica inevitable” (Innes, 2003 p. 330). Para minimizar los costes de esta política Innes muestra que “el óptimo es que el gobierno establezca políticas ex ante que eliminen la más costosa ayuda ex post” (Innes, 2003 p. 328).

Por ello, las administraciones agrarias llevan tiempo estudiando posibles actuaciones y programas que puedan reducir los riesgos de mercado, especialmente en productos agrarios con elevada volatilidad de precios y ausencia total de garantía de precios o ayudas, como es el caso de la patata. El objetivo que anima estas posibles intervenciones del Estado es evitar grandes crisis que demanden ayudas de emergencia. Según la opinión recogida en distintas entrevistas con productores y representantes de sindicatos agrarios, lo que reclama el sector es una ordenación del mismo en el ámbito europeo, con regulación de precios y/o control de la oferta. Sin embargo, mientras esto no se apruebe en Bruselas, y hasta el momento los diversos intentos para crear un Organización Común de Mercado de la patata han fracasado, el gobierno tiene la posibilidad de apoyar otras medidas de reducción de riesgos.

En realidad, todas las herramientas de gestión del riesgo de mercado que en la actualidad emplean los productores de patata, están de una manera u otra apoyadas o subvencionadas por el sector público: existen ayudas al almacenamiento en campañas con fuerte exceso de producción; ayudas a la creación y funcionamiento de cooperativas; el Fondo de la Patata de Álava goza de subvenciones y beneficios fiscales necesarios para incentivar su formación; y el seguro de rentas, iniciado en 2003, debe su existencia al papel promotor, subvencionador y reasegurador de la Administración Pública.

A raíz de esto, podríamos suponer que el Estado estuviese dispuesto a apoyar cualquier herramienta que permitiese al agricultor protegerse del riesgo de mercado, siempre que la subvención se mostrase necesaria y fuese suficiente. Según Innes (2003 p.327), la política ex ante óptima *“limita los costes del gobierno, ya que hace que los agricultores tengan que pagar por la herramienta, si bien no deberían ser cantidades tan*

elevadas que les impidiesen acogerse a dicha herramienta”. Además, en el contexto actual de liberalización del comercio agrario internacional, la subvención debe ser compatible con la Política Agrícola Común y la normativa comunitaria que regula la competencia en el seno de la Unión Europea, así como con las reglas de la Organización Mundial de Comercio.

Es por estas razones que nuestro estudio contempla una subvención al seguro de rentas que podría asemejarse a la existente en la actualidad y que, por tanto, es compatible con la normativa y reglas antes aludidas. También supondremos que el Estado podría apoyar la contratación a plazo a través de las cooperativas, mediante programas de formación del personal, de subvención a las infraestructuras o a los gastos de gestión de la cooperativa. Otro tipo de ayudas en el contexto político-jurídico actual sería inviable.

La búsqueda de la máxima eficiencia desde el punto de vista del gasto público es un imperativo que debe estar presente en cualquier investigación relacionada con las políticas públicas. Por ello, se llevará a cabo un análisis de la eficiencia de las ayudas desde el punto de vista del bienestar que proporciona una unidad de gasto público (último epígrafe del capítulo 7 de resultados).

5.5 Síntesis

Existen múltiples combinaciones de instrumentos de protección de riesgos que se podrían estudiar para el caso español, especialmente si se combinan los sistemas de mercado libre y los sistemas de intervención del sector público. Podemos señalar entre ellos un autoseguro subvencionado, o el empleo de los mercados financieros como sistema de reaseguro por parte del gobierno o de las entidades aseguradoras.

En esta tesis estudiaremos particularmente uno de ellos: la utilidad de los mercados de futuros como herramienta de protección del riesgo, empleados directamente y, especialmente, empleados a través de las cooperativas, factor que puede parecer necesario para facilitar el acceso de los agricultores al mercado de futuros. Para ello las cooperativas ofrecerán un contrato a plazo al agricultor, que respaldarán en el mercado de futuros, o, alternativamente, mediante un sistema de “alisado” o de “fondo de autoseguro - préstamos”.

Así, se comparará este sistema de contrato a plazo con un seguro de precios, y se estudiará la posibilidad de ofrecer ambas herramientas al agricultor, calculándose cuál será la elección del mismo.

Apéndices al Capítulo 5: Aplicación de la gestión de riesgos a la patata de Media Estación y Tardía en España

Apéndice 5.2.3 - El Seguro de Rentas de la Patata

BOE núm. 63 Viernes 14 marzo 2003 p. 10097

5368 ORDEN APA/545/2003, de 6 de marzo, por la que se definen el ámbito de aplicación, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, rendimientos, precios y fechas de suscripción en relación con el seguro de ingresos en patata, comprendido en el plan anual de seguros agrarios combinados.

De conformidad con lo establecido en la Ley 87/1978, de 28 de diciembre, de Seguros Agrarios Combinados, en el Real Decreto 2329/1979, de 14 de septiembre, que la desarrolla, de acuerdo con el Plan Anual de Seguros Agrarios Combinados y a propuesta de la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA), por la presente Orden se definen el ámbito de aplicación, las condiciones técnicas mínimas de cultivo, rendimientos, precios y fechas de suscripción en relación con el seguro de ingresos en patata, que cubre los riesgos de pedrisco e inundación-lluvia torrencial y garantía de daños excepcionales, así como la disminución del precio de referencia del mercado por debajo del precio garantizado.
En su virtud, dispongo

Artículo 1. Ámbito de aplicación.

1. El ámbito de aplicación del seguro de ingresos en patata, regulado en la presente Orden, que cubre los riesgos de pedrisco e inundación-lluvia torrencial y garantía de daños excepcionales, así como la disminución del precio de referencia del mercado por debajo del precio garantizado, lo constituyen todas las parcelas destinadas al cultivo de patata de media estación y tardía que se encuentren situadas en la Comunidad Autónoma de La Rioja y las provincias de Álava, Burgos, León y Valladolid.

2. El agricultor que suscriba este seguro no podrá realizar el seguro combinado y de daños excepcionales en patata para las modalidades «B» y «C» (patata de media estación y tardía), en las provincias incluidas en el ámbito de aplicación de este seguro.

3. Las parcelas objeto de aseguramiento cultivadas por un mismo agricultor o explotadas en común por Entidades Asociativas Agrarias, Sociedades Mercantiles y Comunidades de Bienes, deberán incluirse obligatoriamente en una única declaración de seguro.

4. A los solos efectos del seguro regulado en la presente Orden, se entiende por:

Parcela: Porción de terreno cuyas lindes pueden ser claramente identificadas por cualquier sistema de los habituales en la zona o por cultivos o variedades diferentes. Si sobre una parcela hubiera

cesiones en cualquier régimen de tenencia de las tierras, todas y cada una de ellas serán reconocidas como parcelas diferentes.

Precio de referencia del mercado: Se obtendrá para cada provincia y grupo de variedades mediante una ecuación de precios que pondera las cotizaciones de mercados en origen de España y países limítrofes (Francia y Portugal) publicadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Eurostat, respectivamente, junto con las cotizaciones procedentes de los Mercas y Mercados de Futuros, correspondientes a los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre.

El método de obtención del precio de referencia se establece en el anexo a esta Orden.

Precio garantizado: Precio establecido a efectos del seguro como nivel por debajo del cual el agricultor tendrá derecho a percibir indemnización. Dicho precio se establece en función de los grupos de variedades en el artículo 5 de esta Orden.

Artículo 2. *Producciones asegurables.*

1. A los efectos de acogerse a los beneficios del seguro regulado en la presente Orden, se consideran como clase única los cultivos de patata de media estación y tardía.

En consecuencia, el agricultor que suscriba este seguro deberá asegurar, en una única póliza, la totalidad de las producciones asegurables que posea dentro del ámbito de aplicación del seguro.

2. Son producciones asegurables las distintas variedades de patata de media estación y tardía, entendiéndose como:

– Patata de media estación: Aquellas variedades que se siembran desde el 1 de marzo al 15 de mayo.

– Patata tardía: Aquellas variedades que se siembran desde el 16 de mayo al 30 de junio.

3. No son producciones asegurables:

– Las producciones de patata de siembra.

– Las parcelas destinadas a experimentación o ensayo, tanto de material vegetal como de técnicas o prácticas culturales.

– Las parcelas que se encuentren en estado de abandono.

– Los huertos familiares destinados al autoconsumo.

Estas producciones quedan, por tanto, excluidas, en todo caso, de la cobertura del seguro regulado en la presente Orden, aún cuando por error hayan podido ser incluidas por el tomador o el asegurado en la declaración de seguro.

Artículo 3. *Condiciones técnicas mínimas de cultivo.*

Para el cultivo cuya producción es objeto del seguro regulado en la presente Orden, deberán cumplirse las siguientes condiciones técnicas mínimas de cultivo:

a) Preparación adecuada del terreno antes de efectuar la siembra mediante las labores precisas para obtener unas favorables condiciones para la brotación del tubérculo.

b) Realización adecuada de la siembra atendiendo a la oportunidad de la misma, localización del tubérculo en el terreno, idoneidad de la variedad y densidad de siembra.

c) Utilización de la semilla en un estado sanitario aceptable para el buen desarrollo del cultivo.

d) Abonado del cultivo de acuerdo con sus necesidades y las características del terreno.

e) Control de malas hierbas con el procedimiento y en el momento en que se consideren oportunos.

f) Tratamientos fitosanitarios en forma y número necesarios para el mantenimiento del cultivo en un estado sanitario aceptable.

g) Riegos oportunos y suficientes en los cultivos de regadío, salvo causa de fuerza mayor.

h) Cumplimiento de cuantas normas sean dictadas, tanto sobre lucha antiparasitaria y tratamientos integrales como sobre medidas culturales o preventivas de carácter fitosanitario.

Las condiciones anteriormente indicadas y, con carácter general, cualquier otra práctica cultural que se utilice, deberá realizarse acorde a las buenas prácticas agrarias y en concordancia con la producción fijada en la declaración de seguro.

En caso de deficiencia en el cumplimiento de las condiciones técnicas mínimas de cultivo, el asegurador podrá reducir la indemnización en proporción a la importancia de los daños derivados de la misma y el grado de culpa del asegurado.

Artículo 4. *Rendimientos.*

1. El asegurado determinará el rendimiento a consignar para cada parcela en la declaración de seguro. No obstante, tal rendimiento deberá ajustarse a las esperanzas reales de producción.

2. Si la Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Agrarios Combinados, S.A. (AGROSEGURO), no estuviera de acuerdo con la producción declarada en alguna/s parcela/s, se corregirá por acuerdo amistoso entre las partes. De no producirse dicho acuerdo, corresponderá al asegurado demostrar los rendimientos.

Artículo 5. *Precios.*

1. Para la garantía de daños climáticos el precio unitario a aplicar a las distintas variedades a efectos del seguro, pago de primas e importe de las indemnizaciones, será de 12 euros/100 kg.

2. Para la garantía de precios el precio unitario a aplicar a efectos del seguro será:

a) Para el pago de primas: el mismo que el indicado para la garantía de daños climáticos.

b) Para el pago de indemnizaciones: el resultante de calcular la diferencia entre el precio garantizado y el de referencia obtenido al final del período de garantías para cada variedad o grupo de variedades.

El precio garantizado para cada grupo de variedades será el siguiente:

Grupos	Variedades que comprende	Precio garantizado — (Euros/100 kg)
I	Monalisa y Red Pontiac	9,00
II	Kennebec y Spunta	8,50
III	Resto de variedades	7,00

Artículo 6. *Períodos de garantía.*

1. Para la garantía de daños climáticos las garantías del seguro se inician con la toma de efecto, una vez finalizado el período de carencia y nunca antes de la aparición de la segunda hoja verdadera en, al menos, el 50 por 100 de las plantas de la parcela asegurada, y finalizarán en la fecha más temprana de las relacionadas a continuación:

a) En el momento de la recolección y en su defecto a partir de que se sobrepase su madurez comercial.

b) En la fecha límite del 30 de noviembre.

A los solos efectos del seguro regulado en la presente Orden, se entiende efectuada la recolección cuando la producción objeto del seguro es arrancada del suelo y ha superado el proceso de «oreo» o secado, con un límite máximo de 7 días a contar desde el momento en que es arrancada.

2. Para la garantía de precios las garantías se iniciarán el 1 de agosto y finalizarán el 30 de noviembre.

Artículo 7. *Períodos de suscripción y entrada en vigor del seguro.*

1. Teniendo en cuenta los períodos de garantía anteriormente indicados y lo establecido en el Plan Anual de Seguros Agrarios Combinados, el período de suscripción se iniciará el 15 de marzo y finalizará el 15 de mayo.

Excepcionalmente, ENESA podrá proceder a la modificación del período de suscripción si las circunstancias así lo aconsejasen, dándose comunicación a AGROSEGURO de dicha modificación.

2. La entrada en vigor del seguro se iniciará a las 24 horas del día en que se pague la prima por el tomador del seguro y siempre que previa o simultáneamente se haya formalizado la declaración de seguro.

3. La declaración cuya prima no haya sido pagada por el tomador del seguro dentro del plazo establecido en el apartado 1 de este artículo, carecerá de validez y no surtirá efecto alguno. Para aquellas declaraciones de seguro que se formalicen el último día del período de suscripción del seguro, se considerará como pago válido el realizado en el siguiente día hábil al de finalización de la suscripción.

Disposición final primera. *Facultad de desarrollo.*

ENESA, en el ámbito de sus atribuciones, adoptará cuantas medidas sean necesarias para la aplicación de la presente Orden.

Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».
Madrid, 6 de marzo de 2003.

ARIAS CAÑETE

ANEXO

Método de obtención del precio de referencia

El precio de referencia percibido por los agricultores para cada provincia y grupo de variedades es un precio indexado que se obtendrá a través de un modelo econométrico elaborado por el Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Dicho modelo contempla dos procedimientos de cálculo del precio de referencia: ordinario y extraordinario. El procedimiento extraordinario se aplicará únicamente ante la eventualidad de una clausura anticipada del Mercado de Futuros de Amsterdam anterior a la conclusión del período de garantía.

Procedimiento ordinario de cálculo del precio de referencia.

El precio de referencia del mercado se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$p_{ij} = \sum_{m=8}^{11} p_{ijm} \times c_{im}$$

Siendo:

p_{ij} = Precio de referencia del mercado de la provincia «i» y grupo de variedades «j», para la campaña.

p_{ijm} = Precio de referencia del mercado de la provincia «i», grupo de variedades «j» y mes «m» de la campaña.

c_{im} = Coeficiente de ponderación de la provincia «i» y del mes «m».

Los coeficientes c_{im} se indican en la siguiente tabla:

	Álava	Burgos	León	La Rioja	Valladolid
Agosto	24%	17%	23%	12%	28%
Septiembre	25%*	21%	28%	12%	28%
Octubre	30%	31%	28%	38%	22%
Noviembre	21%	31%	21%	38%	22%

El precio de referencia del mercado para cada mes se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$p_{ijm} = \frac{\sum_{t \in m}^{11} p_{ijt}}{NS}$$

Siendo:

NS = Número de semanas del mes.

NS, toma los siguientes valores durante los meses del período de garantía:*

Meses	NS
Agosto: semanas 32-35.	4
Septiembre: semanas 36-39	4
Octubre: semanas 40-44	5
Noviembre: semanas 45-48	4

p_{ijt} = Precio de referencia del mercado de la provincia «i», grupo de variedades «j» y semana «t».

* Corregido en la ORDEN APA/727/2003, de 25 de marzo, publicada en el BOE núm. 68 Martes 1 abril 2003 p. 12670.

El precio de referencia del mercado para cada semana se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$p_{ijt} = a_i + b_j + c_m + (d \times p_t^{MER}) + (e^{ESP} \times P_t^{ESP}) + (e^{FRA} \times p_m^{FRA}) + (e^{POR} \times p_m^{POR}) + (f \times p_m^{FUT})$$

Siendo:

a_i	Coeficiente específico de la provincia «i».
b_j	Coeficiente específico del grupo de variedades «j».
c_m	Coeficiente específico del mes «m», al cual pertenece la semana «t».
d	Coeficiente del precio medio de los Mercas en el viernes de la semana «t».
p_t^{MER}	Precio medio de la semana de los Mercas (Ministerio de Economía).
e^{ESP}	Coeficiente del precio en origen de patata en España.
P_t^{ESP}	Precio en origen de la semana «t» para España, correspondiente al precio testigo de la patata publicado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
e^{FRA}, e^{POR}	Coeficientes del precio en origen de patata en Francia y Portugal, respectivamente.
p_m^{FRA}, p_m^{POR}	Precio en origen del mes «m», al cual pertenece la semana «t», para Francia y Portugal ofrecido por Eurostat.
f	Coeficiente del precio del mercado de futuros de Ámsterdam
p^{FUT}	Precio medio de las cotizaciones medias semanales de los futuros que vencen en el mes de abril del año $x + 1$, desde la semana 32 hasta la semana 48 del año x . Siendo x el año en que se contrata el seguro.

En el siguiente cuadro se reflejan los valores de los coeficientes de la ecuación de precios:

Valores de los coeficientes de la ecuación de precios:

Coeficiente	Variable	Valor
a_1	Álava	-0.07503
a_2	Burgos	-0.07955
a_3	León	-0.08405
a_4	La Rioja	-0.08241
a_5	Valladolid	-0.06972
b_1	G1	0.01996
b_2	G2	0.01520
b_3	G3	0.00000
c_8	agosto	-0.013650*
c_9	septiembre	-0.013520*
c_{10}	octubre	0.001516
c_{11}	noviembre.	0.000000
d		0.24710
e^{ESP}		0.49530
e^{FRA}		0.18790
e^{POR}		0.26300
f		0.03243

Procedimiento extraordinario de cálculo del precio de referencia.

Se aplicará este procedimiento en los casos en que por cualquier circunstancia el mercado de Ámsterdam dejara de negociar futuros de patata con anterioridad a la finalización del periodo de garantía. El procedimiento extraordinario de cálculo de precios de referencia se diferencia del ordinario por no contener en la ecuación de precios las cotizaciones de futuros de Ámsterdam, teniendo en consecuencia coeficientes diferentes en el resto de las variables. El siguiente cuadro recoge los valores de los coeficientes de la ecuación de precios:

* Corregido en la ORDEN APA/727/2003, de 25 de marzo, publicada en el BOE núm. 68 Martes 1 abril 2003 p. 12670.

Coefficientes del modelo de precios SIN la variable del mercado de futuros de Ámsterdam

Coeficiente	Variable	Valor
a_1	Álava	-0.07190
a_2	Burgos	-0.07564
a_3	León	-0.08018
a_4	La Rioja	-0.08069
a_5	Valladolid	-0.06591
b_1	G1	0.02009
b_2	G2	0.01540
b_3	G3	0.00000
c_8	agosto	-0.015800
c_9	septiembre	-0.014750
c_{10}	octubre	0.001311
c_{11}	noviembre	0.000000
d		0.2354
e^{ESP}		0.5014
e^{FRA}		0.2661
e^{POR}		0.2432

Una vez obtenido el precio representativo de cada semana, p_{ijt} , se siguen los mismos pasos que en el procedimiento ordinario.

Valoración

Se considera que el asegurado tiene derecho a indemnización cuando el precio de referencia final obtenido por provincia y grupo de variedades sea inferior al precio garantizado en el seguro. El precio de referencia final se obtendrá como media de los precios de referencia mensuales correspondientes a los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre. El precio de referencia mensual será la media de los precios de referencia semanales que lo componen. Este precio de referencia final sólo podrá obtenerse a partir de los 60 días desde el final del período de garantías (primero de febrero), momento en que son públicos los precios de Eurostat de los diferentes países. Con el fin de que el asegurado pueda seguir la evolución de los precios a efectos del seguro, se publicarán en la Página Web de Agroseguro (www.agroseguro.es) los precios de referencia mensuales y final por provincia y grupo de variedades.

Apéndice 5.2.4.1 - El Mercado de Futuros de Ámsterdam⁸

Origen del mercado

En Europa existen en la actualidad dos mercados de futuros en que se comercializa patata: uno en Ámsterdam y otro en Alemania. Anteriormente existía también uno en Londres.

Los contratos de futuros de patata comenzaron a negociarse en Holanda en 1958 (hasta 1980 no empezaron los de porcino). En Enero de 1997, se produjo la fusión del Ámsterdam Stock Exchange y el European Options Exchange, pasando a formar el Amsterdam Exchanges (AEX). Como parte integrante del mismo, en Febrero del 1997 empezó a funcionar AEX-Agricultural Futures Market.

En Junio de 1998 se introdujeron las opciones sobre futuros de patata, y en Noviembre del 2000, las de futuros de porcino.

En 1992 comenzó a operar un Mercado de futuros de patata en Londres (LIFFE).

En Septiembre del año 2000, se produjo un importante cambio en los mercados europeos: se formó el Grupo Euronext N.V., como consecuencia de la fusión de distintos mercados financieros y de derivados:

- Bruselas
- Paris
- Ámsterdam

⁸ <http://www.aex.nl/aex.asp?taal=en>

Posteriormente (2001) se unieron también:

- Portugal: BVLP
- Londres: LIFFE (London International Financial Futures and Options Exchange)

Tras la creación de Euronext, se ha producido una redistribución de lo que se comercializa en los distintos mercados. Así, han desaparecido los futuros de patata del LIFFE de Londres (los últimos futuros de patata cotizados en el Mercado de Londres han sido los abriles y junios de 2002). Así, en Euronext ya sólo se cotizan futuros de patata en el mercado de Ámsterdam, que se denomina *Euronext.Liffe Commodities Markets Amsterdam*, o también *Euronext Amsterdam Commodity Markets N.V. (EACM)*, y que es parte de *Euronext Amsterdam Derivatives Markets N.V. (EADM)*.

Sin embargo, en Alemania, el “*German agricultural commodities exchange*” tenía ya contratos de futuros de patata, uno de patata de consumo y otro de patata de transformación. Y la “*Warenterminbörse*” de Hannover, tratando de recoger lo que ha dejado de comercializarse en Londres, en enero de 2003 ha sacado un nuevo contrato de futuros, denominado contrato de futuros de patata de Londres. Este contrato, aunque comercializado en un mercado alemán, se ajusta al mercado inglés, ya que se basa en un índice: los precios medios semanales registrados por el British Potato Council. Los contratos son de 25 toneladas, y los precios están en Euros.

Los contratos comercializados

Aunque en Amsterdam existieron contratos de futuros que vencían en distintos meses, en la actualidad sólo hay dos contratos, de abril y de junio. Las fechas de expiración para el 2003-2004 son:

Abriles: Jueves 29 de Abril de 2004

Junios: Jueves 10 de Junio de 2004

En los contratos de futuros EACM's no hay entrega física del producto. Los contratos se cierran mediante pagos monetarios, en los que las posiciones que quedan abiertas tras la fecha de expiración del contrato se cierran, a un precio determinado por referencia a valores del mercado de patata al contado. Este precio se calcula a partir de precios proporcionados por un conjunto de compañías representativas en el sector de la patata y su forma de obtención se explica con más detalle en el apartado “Datos de precios”.

En lo que se refiere a las opciones sobre futuros de patata del mercado de Amsterdam, dejaron de existir a partir de Abril del 2002 por razones internas del mercado.

Especificaciones del contrato

El contrato se denomina AAC para los futuros de próximo vencimiento (que corresponden a las patatas de la campaña actual) y APC para los futuros de vencimiento posterior (para patatas de la cosecha siguiente).

El tamaño del contrato es de 25.000 Kg de patata. Los requisitos de calidad de la misma son: patata Bintje, Asterix o Maritima aptas para fritura francesa, con un máximo de 65 tubérculos por 10 Kg, cultivadas en suelo arcilloso y cosechadas dentro del año natural previo a la fecha de expiración del contrato. La base para el precio es: franco en fábrica, a granel, cargado para transporte, y sin IVA. Las patatas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Peso aparente o sumergido de 360 gr.
- Un grado de color de fritura no mayor a 4, basado en las reglas relevantes de las regulaciones CKA-II
- No más que “ocho clase 3 fritura francesa” basado en las regulaciones CKA-II
- No más de 50 puntos basados en las regulaciones CKA II

En ocasiones excepcionales, EADM (*Euronext Ámsterdam Derivative Markets*) puede decidir establecer distintos criterios en lo referente al peso aparente (punto a).

Datos de precios

Los precios se dan en euros por 100 Kg. Como el tamaño del contrato es de 25.000 Kg, la unidad de negociación es de 250. La mínima fluctuación del precio es de 0,05 €/100 kg (se denomina *tick size*).

Los precios diarios aparecen en Internet en su página web (<http://www.aex.nl/aex.asp?taal=en>). Los precios empleados en la tesis corresponden a los “current price” después de la hora de cierre del mercado, es decir, después de las 15:30 de cada día. Las series históricas de estos precios de cierre nos han sido facilitados por el servicio de información de *Euronext.Liffe Commodities Markets*.

El precio de vencimiento del futuro o precio de contado para calcular el cierre de todas las posiciones en la fecha de expiración del futuro, lo fija Euronext Ámsterdam Derivatives Markets N.V. (EADM). EADM calcula el precio a partir de precios del mercado spot proporcionados por un panel de compañías holandesas activas en el sector de la patata. Dichas compañías se han elegido de modo que constituyan una representación de todo el sector: hay tanto almacenistas, como industrias transformadoras y asociaciones o cooperativas de agricultores.

El procedimiento de fijación del precio es el siguiente: cada viernes por la mañana durante las tres semanas que preceden a la fecha de expiración, así como en el primer día laborable tras la fecha de expiración, EADM solicita al panel que le proporcione un precio. Este precio tiene que estar basado en los precios medios que las compañías del panel pagaron o percibieron el día anterior. El precio se tiene que referir a las patatas descritas en las especificaciones del contrato EADM, y que se vayan a entregar en

menos de una semana. EADM elimina el precio máximo y mínimo y emplea los precios restantes para calcular un precio medio, que tiene que estar basado en al menos 8 precios. Los precios medios se publican los viernes por la tarde durante el período mencionado antes. El precio de cierre, el del último viernes, se emplea únicamente para el cierre de contratos que permanecen abiertos tras el último día de mercado.

Costes

Quienes quieran comercializar futuros en EACM tienen que hacerlo a través de un miembro, que puede ser un banco o un agente de bolsa (*broker*) que esté habilitado para negociar en EACM. Este cobra una cantidad a los clientes que quieran participar en el mercado. Una parte de éste dinero la emplean los agentes y bancos para pagar una cuota a Euronext por cada contrato comprado o vendido.

En la actualidad todos estos agentes habilitados son de los Países Bajos.

Funcionamiento del mercado

Una vez que se ha contactado el agente intermediario, para poder establecer una posición hay que pagar un margen inicial a la organización de compensación u organización liquidadora, *Euronext Amsterdam Commodity Clearing* (EACC). En la actualidad este margen está fijado en 450 €, pero Euronext lo ha establecido como mínimo y se guarda el derecho de incrementarlo en función de los riesgos observados en los años anteriores. Por ejemplo, los futuros de porcino tienen unas oscilaciones de precios mayores, con lo cual el margen inicial mínimo establecido es mayor, de 900 €.

Al final de cada jornada, se calculan las ganancias y pérdidas producidas en las posiciones abiertas, y se realizan los pagos que reflejan dichas cantidades entre EACC y

los propietarios de las posiciones abiertas (en la práctica los agentes intermediarios). A estos pagos se les denomina “márgenes de variación”.

Cuando los compradores y vendedores cierran sus posiciones, se realizan las transferencias monetarias correspondientes a la diferencia de precios entre la transacción de apertura y de cierre. En este momento se tienen en cuenta las cantidades restantes de los márgenes pagados (margen inicial y márgenes de variación).

Ejemplo:

Supongamos un margen inicial fijado en 600 € por contrato.

Un agricultor tiene 100 toneladas de patata, y el precio inicial del futuro que expira en abril es de 14 €/100 kg. El agricultor, por lo tanto, decide vender cuatro futuros de patata que expiran en Abril (en cada futuro se comercializan 25.000 Kg de patata).

Exponemos en el cuadro A5.1 cómo varían los precios de los futuros y cómo varían, en función de ellos, los pagos de márgenes y el balance de lo que ha pagado el agricultor.

Cuadro A5.1 Márgenes y saldo según el precio de los futuros

Precio (€/100 kg)	Márgenes (€)	Saldo para el agricultor (€)
14	-2.400 (4 x 600)	-2.400
14,50	-500	-2.900
14,70	-200	-3.100

Al cierre del contrato, el agricultor deberá una cantidad de $(14,70 - 14) \text{ €/100 kg} \times 250 \text{ (100 kg/contrato)} \times 4 \text{ contratos} = 700 \text{ €}$. Como ha pagado 3.100 € de márgenes, se le tiene que devolver $3.100 - 700 = 2.400 \text{ €}$.

Si el precio de los futuros de patata hubiese disminuido, el agricultor no hubiera tenido que pagar ningún margen de variación.

Apéndice 5.2.4.2 - El Mercado de Futuros de Hannover⁹

Presentación

La Wareterminbörse (WTB) de Hannover existe desde abril de 1998. La organización que ostenta la licencia de correr esta bolsa o mercado de valores es la *Wareterminbörse Hannover Aktiengesellschaft, Hannover*.

Los contratos comercializados

Existen tres Contratos de Futuros:

I - Patata de mesa o de venta en fresco (*Table / Ware Potatoes*):

- Octubre (V)
- Diciembre (Z)
- Febrero (G)
- Marzo (H)
- Abril (J)

⁹ <http://www.wtb-hannover.de/index.shtml?tl&en>

2- Patata de industria o para procesado (*Processing Potatoes*):

- Abril

Basado en el índice WTB Potato-Index. Este índice es calculado en función de los precios de mercados al contado de patata de regiones de cultivo específicas de Francia, Holanda, Bélgica y Alemania.

3- Patata de Londres (*London Potatoes*):

- Noviembre
- Abril
- Mayo

Basado en el índice WTB-BPC-Index, calculado con la colaboración del British Potato Council, a partir de precios del mercado al contado de Gran Bretaña.

Los contratos para cada nueva campaña empiezan a comercializarse en febrero.

Especificaciones del contrato

El tamaño de los contratos es, al igual que el de Ámsterdam, de 25.000 Kg de patata. Los requisitos de calidad dependen del contrato. Por ejemplo, para el de patata de procesado, los requisitos son bastante similares a los del contrato de Ámsterdam: incluye las variedades Bintje a partir de 50 mm, Agria de 40 mm, Asterix de 40 mm, y Maritima de 55 mm, con un máximo de 65 tubérculos por 10 Kg y de peso aparente sumergido mínimo de 360 gr. El cesto de variedades es publicado por la Bolsa para cada contrato antes de su introducción. Para los otros contratos se pueden encontrar las especificaciones en la página web (<http://www.wtb-hannover.de/index.shtml?tl&en>).

Datos de precios

Los precios se dan en euros por 100 Kg. Como el tamaño del contrato es de 25.000 Kg, la unidad de negociación es de 250. La mínima fluctuación del precio es de 0,10 €/100 kg (tick size).

El último día de negociación es: para el contrato de patata de mesa, el décimo último día laborable del mes de vencimiento; para el contrato de patata de industria, el último jueves del mes de vencimiento; para el contrato de Londres, el último viernes del mes de vencimiento, siempre que éste sea un día de bolsa, y si no, el último día de bolsa que le preceda.

El precio de vencimiento del futuro o precio de contado para calcular el cierre de todas las posiciones en la fecha de expiración del futuro se denomina, según el contrato:

- TSD (*Total settlement price of the delivery*) para el contrato de la patata de mesa. Este precio incluye el *Settlement Price* más los costes de almacenamiento que correspondan.

- *Settlement Price* y WTB Potato-Index para el contrato de patata de industria.

- *Settlement Price* y WTB-BPC-Index (*Wareterminbörse - British Potato Council - Index*) para el contrato de patata de Londres.

Costes

Quienes quieran comercializar futuros en WTB tienen que hacerlo a través de alguna de las compañías miembro, habilitadas para negociar en WTB. Éstas cobran una cantidad a los clientes que quieran participar en el mercado. Una parte de este dinero la emplean los agentes y bancos para pagar una cuota a la WTB por cada contrato comprado o vendido.

Funcionamiento del mercado

Cuando los compradores y vendedores cierran sus posiciones, se realizan las transferencias monetarias correspondientes a la diferencia de precios entre la transacción de apertura y de cierre, al *Clearing Bank* (NORD/LB: Geschäftsbesorgung b.a.w. dutch Clearing Bank Hannover AG i.L). En este momento se tienen en cuenta las cantidades restantes de los márgenes pagados (margen inicial y márgenes de variación), así como los costes de almacenamiento derivados de la entrega física del producto cuando la hubiere (caso del contrato de patata de mesa).

Capítulo 6: Metodología y modelos empíricos

En el capítulo 4 “El Marco Analítico” hemos realizado el análisis teórico de la elección del agricultor con referencia al empleo de los mercados de futuros, seguros y un contrato a plazo como herramientas de gestión del riesgo. En el capítulo 5 hemos visto cómo algunas de estas herramientas pueden ser aplicadas a los productores de patata en España. Este capítulo se dedica a la presentación de todo el desarrollo empírico, realizado sobre productores de patata representativos de distintas provincias de Castilla-León y de La Rioja.

Los resultados teóricos muestran que la elección óptima de instrumentos es dependiente de las varianzas y covarianzas de las variables clave del modelo. En los tres primeros epígrafes de este capítulo se explica cómo se ha realizado el cálculo de las medias, varianzas y covarianzas de los precios locales, de los precios de futuros y de las indemnizaciones, necesarias para aplicar los resultados teóricos obtenidos en el desarrollo analítico.

A continuación se explica la metodología empleada para calcular los resultados que obtendría la cooperativa en sus operaciones en el mercado de futuros, con el contrato a plazo y con el fondo de autoseguro, así como los recargos que cobraría o podría cobrar al agricultor.

En el epígrafe 6.5 se especifican los valores numéricos empleados en la aplicación: los parámetros calculados de los precios locales, de futuros e indemnizaciones; también se especifican aquellos parámetros fijos del modelo, como son la riqueza inicial del agricultor, su producción, o los costes asociados a la utilización de las distintas herramientas; y aquellos parámetros cuyo valor no sea conocido (la aversión al riesgo, o las subvenciones) sobre los cuales se plantearán distintos supuestos.

Por último, se definen y describen los ejercicios de simulación que se llevan a cabo para verificar los resultados obtenidos, explicándose la metodología empleada y caracterizándose los distintos escenarios de simulación.

6.1 Los precios locales

Se emplearán los precios provinciales en origen recogidos por el Ministerio de Agricultura (1991-2002). Hemos seleccionado aquellos pares provincia-variedad de patata para los cuales la serie de datos es más larga. Estos son:

Burgos-Marfona, Burgos-Desirée, León-Red Pontiac, León-Baraka, Valladolid-Jaerla, Valladolid-Marfona, Valladolid-Desirée, La Rioja-Tardía.

Estos datos corresponden a variedades típicas de media estación (Jaerla, Marfona, Red-Pontiac), y tardías (Desirée, Baraka, y un promedio de tardías para La Rioja). Las series de precios semanales tienen de 215 a 445 observaciones, con un promedio de 305. Existen observaciones para todos los años de 1992-2002 exceptuando las tardías de La Rioja, para las que no hay datos en 1994.

A continuación describimos cómo se han calculado la media y varianza de los precios locales. El precio que percibe el agricultor en una campaña puede ser cualquiera de los precios correspondientes al período de comercialización. Si vende su producción a través de una cooperativa, percibirá un precio medio de las ventas de la cooperativa a lo largo de un período. Por ello consideraremos el precio de venta real del agricultor \bar{p}_t de la campaña t igual a la media aritmética de los precios semanales de septiembre a febrero, ambos meses inclusive, ya que estos meses se corresponden con el calendario de comercialización de la patata en dichas provincias.

El precio medio esperado lo estimamos:

$$E(p) = \bar{p} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{p}_t \quad (\text{Eq. 6.1})$$

donde T es el número de campañas estudiado.

La varianza de los precios, tanto de los locales como de los futuros, plantea un problema: como la que nos interesa es la varianza de unos años a otros, y no tanto dentro del mismo año, si empleamos la varianza o momento de segundo orden de las observaciones centrado en la media absoluta, corremos el peligro de distorsionarla. Por ejemplo, en el caso en que las diferencias de precios entre campañas sean mucho mayores que dentro de la campaña, la varianza estará infravalorada. Por ello calcularemos la varianza, no de los precios semanales respecto de la media absoluta, sino de los precios medios de campaña respecto de su media.

$$V_p = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - \bar{p})^2 \quad (\text{Eq. 6.2})$$

Así, la varianza de los precios locales mide las desviaciones con respecto de la media de los precios medios de campaña \bar{p} . En el caso de los futuros el problema es aún más complejo, ya que el precio con respecto del cual queremos medir la variación no es el precio medio, sino el precio esperado, es decir, el precio del futuro al principio de la campaña. Lo mismo ocurre con las covarianzas.

6.2 Los precios de futuros

Suponemos que la cooperativa, o bien un agricultor directamente, cuando van a cubrir la producción en el mercado de futuros, realizan una operación de venta de un contrato de futuros antes de la siembra, a un precio f_{t0} . El subíndice t se refiere a la campaña, es decir, a los precios de futuros correspondientes a una misma campaña, que transcurre, por lo tanto, desde que empiezan a cotizarse hasta la fecha de vencimiento, las cuales pueden pertenecer a años naturales distintos. Dado que la siembra se produce en primavera (marzo, abril y mayo según las zonas), supondremos que la venta del futuro se produce cualquier día del primer mes de cotización, que por lo general es enero, o febrero en algunos años. Por ello tomaremos como f_{t0} la media de los precios de las cinco primeras semanas en que se cotiza el futuro, sean de enero, febrero o incluso marzo en su caso.

Consideramos que:

$$f_0 = E(f_{t0}) \approx \bar{f}_0 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T f_{t0} \quad (\text{Eq. 6.3})$$

Dado que la tendencia de los precios en los 11 años es decreciente, el precio que la cooperativa garantiza, \bar{p}_{t0} , será la media de los cinco años anteriores corregida en la tendencia.¹⁰

¹⁰ La corrección de la tendencia se ha realizado restando a la media de los cinco años anteriores la variación de la tendencia lineal del promedio de los precios en tres años. Consideramos que la media de los cinco años corresponde al precio de la tendencia en el año intermedio de los cinco, el $t-3$. En consecuencia, y en el año t el precio esperado habrá disminuido en lo mismo que ha disminuido la tendencia entre $t-3$ y t .

El productor o cooperativa podría revisar su posición en el mercado de futuros a lo largo de la campaña, y en algunos casos esta estrategia podría ser óptima. Pero los costes de transacción y el volumen de los contratos de futuros podrían hacer este comportamiento dinámico inviable (Lapan y Moschini, 1994). Por ello, consideraremos que la posición permanece abierta y constante hasta la cosecha.

El cierre de la posición se realizará cualquier día del período de comercialización. Si se observa que la evolución de los precios es favorable, se retardará al máximo, si no lo es, se deshacerá la operación con anterioridad. Como existen infinitas posibilidades y combinaciones, haremos el supuesto de que la posición se cierra con igual probabilidad cualquier día d entre el mes de septiembre y el mes de febrero del año siguiente. Por ello, siendo el precio de cierre de la posición el precio en el mercado de futuros a dicho día d de la campaña t (f_{td}), consideraremos como precio de cierre de la campaña la media aritmética de todos los precios de cierre posibles \bar{f}_t .

$$\bar{f}_t = \sum_{d=1}^D f_{td}$$

Dado que emplearemos datos de precios semanales, consideraremos d como la semana de cierre, D será el número total de semanas entre septiembre y febrero, y \bar{f}_t a la media aritmética de las cotizaciones de futuros entre septiembre y febrero de la campaña t .

La varianza de los futuros mide las desviaciones del precio de futuros obtenido respecto del precio esperado. Para una estrategia dada d , por ejemplo deshacer la operación la última semana de febrero, la varianza sería:

$$V_d(f) = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (f_{td} - f_{t0})^2$$

La media de las varianzas para todas las estrategias posibles será:

$$V_f = \bar{V}(f) = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D \left[\frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (f_{td} - f_{t0})^2 \right] = \frac{1}{(T-1)} \frac{1}{D} \sum_{t=1}^T \sum_{d=1}^D (f_{td} - f_{t0})^2$$

$$V_f = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{1}{D} \sum_{d=1}^D (f_{td} - f_{t0})^2 \right] \quad (\text{Eq. 6.4})$$

También puede expresarse de otra manera, asemejándolo más a la varianza empleada para los precios locales. La varianza semejante a la de los precios locales es:

$$V''_f = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (\bar{f}_t - f_{t0})^2 = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T [\bar{f}_t^2 + f_{t0}^2 - 2f_{t0}\bar{f}_t] \quad (\text{Eq. 6.5})$$

Sin embargo la varianza de los futuros es:

$$V_f = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T V_t(f) = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{1}{D} \sum_{d=1}^D f_{td}^2 + f_{t0}^2 - 2f_{t0}\bar{f}_t \right] \quad (\text{Eq. 6.6})$$

Como el estimador de la varianza de cada año t sería:

$$V'(f_{td})_t = \frac{1}{(D-1)} \sum_{d=1}^D (f_{td} - \bar{f}_t)^2 = \frac{1}{(D-1)} \sum_{d=1}^D f_{td}^2 - \frac{D}{D-1} \bar{f}_t^2 \quad (\text{Eq. 6.7})$$

Reemplazamos el primer término de la varianza:

$$\begin{aligned}
 V_f &= \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{1}{D} \sum_{d=1}^D f_{td}^2 + f_{t0}^2 - 2f_{t0}\bar{f}_t \right] = \\
 &= \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{1}{D} (D-1) \left[V'(f_{td})_t + \frac{D}{D-1} \bar{f}_t^2 \right] + f_{t0}^2 - 2f_{t0}\bar{f}_t \right] = \\
 &= \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{D-1}{D} V'(f_{td})_t + \bar{f}_t^2 + f_{t0}^2 - 2f_{t0}\bar{f}_t \right] = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{D-1}{D} V'(f_{td})_t + (\bar{f}_t - f_{t0})^2 \right] \\
 \\
 V_f &= \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T \left[\frac{D-1}{D} V'(f_{td})_t \right] + V''_f \quad (\text{Eq. 6.8})
 \end{aligned}$$

Como los datos que se consideran en cada campaña van de septiembre a febrero, si son:

$$\text{mensuales, } D = 6 \text{ y } \frac{D-1}{D} = 0,8\bar{3}$$

$$\text{semanales, } D = 26 \text{ y } \frac{D-1}{D} = 0,96$$

$$\text{diarios, } D = 1200 \text{ y } \frac{D-1}{D} = 0,999$$

Cuanto más desagregados sean los datos, más se puede aproximar:

$$V_f \approx \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T V'(f_{td})_t + V''_f \quad (\text{Eq. 6.9})$$

Es decir, la varianza que empleamos se podría descomponer en un término de varianza entre campañas y otro de varianza dentro de la campaña.

La covarianza de precios y futuros para cada estrategia d :

$$Cov_d(f, p) = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (f_{td} - f_{t0})(\bar{p}_t - \bar{p}) \quad (\text{Eq. 6.10})$$

La media de las covarianzas para todas las estrategias posibles será:

$$\begin{aligned} Cov_{pf} &= \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D \left[\frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (f_{td} - f_{t0})(\bar{p}_t - \bar{p}) \right] = \frac{1}{(T-1)} \frac{1}{D} \sum_{t=1}^T \sum_{d=1}^D (f_{td} - f_{t0})(\bar{p}_t - \bar{p}) = \\ &= \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - \bar{p}) \left[\frac{1}{D} \sum_{d=1}^D (f_{td} - f_{t0}) \right] \end{aligned}$$

$$Cov_{pf} = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - \bar{p})(\bar{f}_t - f_{t0}) \quad (\text{Eq. 6.11})$$

Los datos empleados son las cotizaciones de los “abriles” del mercado de futuros de Ámsterdam (*Euronext.liffe Commodities Markets*¹¹). Dado que sólo se disponen de datos de este mercado a partir de 1996, la serie se ha completado para años anteriores, hasta 1991, mediante una regresión en función de los precios de los “abriles” de patata del mercado de futuros de Londres (Liffe).

6.3 Las indemnizaciones del seguro

Si consideramos un seguro basado en los precios locales, es válido todo el análisis anterior, y para el cálculo de los parámetros (media, varianza y covarianzas) de

¹¹Dirección web: <http://www.euronext.com> ó <http://www.aex.nl/aex.asp?taal=en>

las indemnizaciones, podemos recurrir a la simulación, o bien emplear el método citado en el epígrafe 4.2.2 de Chavas y Holt (1990). Por el contrario, si el seguro está basado en un índice, a semejanza del seguro experimental actualmente implantado en España¹², la cuestión es más compleja. El precio de referencia no será el precio local \bar{p} , sino un precio índice obtenido de promediar precios cercanos al local, índice que denominaremos \tilde{p} .

En el caso de un seguro basado en precios locales, emplearemos el método de Chavas y Holt, y también emplearemos las simulaciones, a fin de comparar ambos resultados. Recordamos que el método de Chavas y Holt permite calcular los parámetros de una variable truncada en función de los de otra que no lo es, y que siga una distribución normal. Basándonos en ello, y suponiendo la distribución de los precios cercana a una normal, estimaremos dichos parámetros según las fórmulas calculadas en el Apéndice 4.3.2.

Con ello estamos presuponiendo que el precio que asegura nuestro seguro es también la media de los precios de septiembre a febrero \bar{p}_t . El precio que garantiza el seguro es el 80% del precio medio \bar{p} .

Los valores de los precios son:

$$E_p = \bar{p}$$

$$P_g = 0.8\bar{p}$$

$$V_p = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - \bar{p})^2 \quad (\text{Eq. 6.12=Eq. 6.2})$$

$$h = \frac{E_p - P_g}{\sigma_p} = \frac{0.2\bar{p}}{\sqrt{V_p}} \quad (\text{según Chavas y Holt 1990}) \quad (\text{Eq. 6.13})$$

¹² ORDEN APA/545/2003, de 6 de marzo, publicado en el BOE núm. 63 de 14 de Marzo de 2003 ver Apéndice 5.2.3)

$$E_i \approx P_g - E_p + \sigma_p [f(h) + hF(h)] \quad (\text{Eq. 6.14=Eq. A4.15})$$

$$V_i \approx V_p [1 - F(h) + hf(h) + h^2 F(h) - f(h)^2 - h^2 F(h)^2 - 2f(h)hF(h)] = V_p K \quad (\text{Eq. 6.15=Eq. A4.16})$$

siendo $K = 1 - F(h) + hf(h) + h^2 F(h) - f(h)^2 - h^2 F(h)^2 - 2f(h)hF(h)$

$$Cov_{pi} \approx V_p (-1 + F(h)) \quad (\text{Eq. 6.16 = Eq. A4.17})$$

o también

$$Cov_{pi} = \frac{1}{(T-1)} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - \bar{p})(i_t - \bar{i}) \quad (\text{Eq. 6.17})$$

En el caso de un seguro-índice, no podríamos emplear el método de Chavas y Holt como en el anterior, ya que la covarianza de precios locales e indemnizaciones no se expresaría en función de la varianza de los precios locales, sino de los precios índice.

$$Cov_{pi} \neq V_p (-1 + F(h))$$

$$Cov_{ji} \approx V_j (-1 + F(h))$$

Por ello realizaremos los cálculos mediante simulación de las indemnizaciones. Tanto las garantías como las primas y costes se toman de los datos reales del seguro experimental implantado en el Plan Anual de Seguros Agrarios del 2003 por ENESA-Agroseguro.

6.4 La estrategia de la cooperativa

6.4.1 La ganancia de la cooperativa

El riesgo ligado a la variabilidad de los precios locales es usualmente asumido por el productor. Cuando éste recurre al seguro de ingresos, una parte de este riesgo es transferido a la compañía aseguradora. De la prima pagada por el agricultor al contratar la póliza, una parte es lo que denominamos prima pura. Esta prima es igual a la esperanza matemática de las indemnizaciones, haciendo que el precio neto medio percibido por el agricultor no varíe respecto a la situación sin seguro. El resto de la prima se corresponde con los gastos de la compañía aseguradora. Aunque supone un coste adicional para el agricultor, éste está dispuesto a pagarlo a cambio del incremento en su bienestar que supone la reducción del riesgo. Siempre que la disposición a pagar derivada de la reducción del riesgo sea mayor que el recargo que le pide la compañía aseguradora, el agricultor contratará la póliza.

Cuando el agricultor vende mediante un contrato a plazo, su riesgo se reduce a cero. Es decir, todo el riesgo de los precios locales lo asume el comprador. El agricultor, del mismo modo que en el caso del seguro, además de tratar de conseguir que su precio medio o esperado no varíe estará dispuesto a pagar una cantidad en concepto de esta reducción total del riesgo. Le interesará la venta a plazo si el precio acordado es mayor que el precio esperado disminuido en dicha cantidad.

Por otro lado, el agricultor puede contratar en el mercado de futuros. Los futuros le proporcionarán una reducción del riesgo mayor cuanto mayor sea la correlación entre los precios locales y los precios de los futuros. De igual modo que en los casos anteriores, además de tener en cuenta las pérdidas o ganancias medias, el agricultor estará dispuesto a pagar una cantidad por la reducción del riesgo proporcionada por los futuros. Si esta cantidad es mayor que el coste de acudir al

mercado de futuros, el agricultor empleará esta herramienta. Todos estos conceptos se han formulado matemáticamente en el capítulo teórico (último epígrafe del capítulo 4).

En nuestro planteamiento, expuesto en el epígrafe 5.3, la cooperativa ofrecerá un contrato a plazo al agricultor y asumirá un riesgo por el cual deberá cobrar un recargo al agricultor. A su vez, la cooperativa no puede absorber el riesgo, por lo que deberá tratar de reducirlo o eliminarlo mediante uno o varios sistemas de reducción del riesgo. Estos sistemas serán el mercado de futuros, y un fondo de compensación propio combinado con el recurso a préstamos de entidades financieras. Estos sistemas tendrán un coste que podrá asumir con las cantidades que los agricultores estarían dispuestos a pagar.

Como aplicación de los resultados obtenidos en el epígrafe 4.4 de análisis teórico, expondremos a continuación la metodología de cálculo de los distintos resultados referentes al contrato a plazo ofrecido por la cooperativa. En los epígrafes 6.4.2 a 6.4.5 se detalla el cálculo de los resultados parciales de las distintas operaciones que realiza la cooperativa: los resultados (pérdidas o ganancias medias) de sus operaciones en el mercado de futuros (R_F); los resultados del contrato a plazo, únicamente (R_{FC}) o combinado con la cobertura en el mercado de futuros (R''_{FC}); los intereses medios que tendrá que pagar como consecuencia de su estrategia de recurrir a un fondo y a préstamos de entidades financieras para poder hacer frente al riesgo que asume (\bar{r} cuando asume todo el riesgo y \bar{r}'' cuando se cubre en el mercado de futuros).

Del conjunto de estas actividades obtendrá unos resultados económicos globales, positivos o negativos, a los que sumará sus costes de gestión, C_{vc} , que serán mayores en el caso de que recurra al mercado de futuros, C''_{vc} . Si la media de estos resultados es positiva, tendrá que repercutir las ganancias en el agricultor, y si es negativa, tendrá que repercutir también dicho coste al agricultor. A este resultado total medio que repercutirá en el agricultor lo denominaremos \bar{R} o \bar{R}'' , según sea del contrato a plazo, o del contrato a plazo junto a la operación en el mercado de futuros.

La cooperativa, en un año t , tendrá una ganancia total o absoluta igual a sus resultados del año R_t más el recargo que cobra al agricultor: $G_t = \bar{R} - R_t$ ó $G''_t = \bar{R}'' - R''_t$. Como la cooperativa no persigue en estas operaciones el ánimo de lucro, las ganancias medias o esperadas deberán anularse.

En el epígrafe 6.4.6 mostraremos el cálculo de la cantidad que está dispuesto a pagar el agricultor por el contrato a plazo. Esta cantidad, además de incluir las pérdidas ó ganancias medias, tiene una componente derivada de la reducción del riesgo, como acabamos de ver y como mostramos en el capítulo 4, en el cálculo de Z y Z'' . Hay que hacer notar que para una misma reducción del riesgo proporcionada por un instrumento, la cantidad que el agricultor esté dispuesto a pagar depende de su aversión al riesgo. Así, para unos mismos costes y una misma reducción del riesgo, por ejemplo en un seguro o en el mercado de futuros, a un agricultor muy averso al riesgo puede interesarle acogerse a dicho sistema, mientras que otro menos averso elegirá hacer frente al riesgo él mismo. La cantidad que el agricultor esté dispuesto a pagar, que será $\min(Z, Z'')$, deberá ser mayor que el coste de la cooperativa, $\min(\bar{R}, \bar{R}'')$ para que el agricultor suscriba el contrato a plazo.

6.4.2 Cálculo de los resultados de la cooperativa derivados de las operaciones en el mercado de futuros R_F

Sea f_{t0} la media de los precios de las cinco primeras semanas en que se cotizan futuros de la campaña t , en nuestro caso correspondientes a enero o en algunos años, febrero.

Consideramos f_{td} todos los precios de cierre de la posición posibles de la campaña t , donde d son las semanas posibles entre septiembre y febrero del año

siguiente. \bar{f}_t es la media aritmética de las cotizaciones de futuros entre septiembre y febrero de la campaña t .

Una cooperativa que vende en el mercado de futuros un porcentaje β de la producción contratada a plazo, obtiene una ganancia derivada de dicha operación definida por:

$$(R_F)_{td} = \beta (f_{t0} - f_{td}) \quad (\text{Eq. 6.18})$$

donde d es la fecha en que se ha cerrado la posición en el mercado de futuros.

La ganancia esperada en una campaña viene dada por la esperanza matemática de las ganancias posibles según la fecha en que se cierra la posición:

$$(\bar{R}_F)_t = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D [\beta (f_{t0} - f_{td})] = \beta (f_{t0} - \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D f_{td}) = \beta (f_{t0} - \bar{f}_t) \quad (\text{Eq. 6.19})$$

donde D es el número total de semanas en que consideramos probable el cierre de la posición, que en nuestro caso son 27 (semanas 36 a 9 del año siguiente).

La ganancia parcial media a lo largo de T años.

$$\bar{R}_F = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\bar{R}_F)_t = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [\beta (f_{t0} - \bar{f}_t)] = \beta \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (f_{t0} - \bar{f}_t) \quad (\text{Eq. 6.20})$$

6.4.3 Cálculo de la ganancia de la cooperativa con el contrato a plazo R_{FC}

La ganancia de una cooperativa que ofrece al agricultor un contrato a plazo al precio medio de las 5 últimas campañas \bar{p}_{t0} y que vende en el mercado de futuros un porcentaje β de la producción contratada a plazo viene dada por la siguiente expresión

$$(R''_{FC})_{td} = (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta (f_{t0} - f_{td}) \quad (\text{Eq. 6.21})$$

donde d es la fecha en que se ha cerrado la posición en el mercado de futuros.

La ganancia esperada en una campaña viene dada por la esperanza matemática de las ganancias posibles según la fecha en que se cierra la posición:

$$(\bar{R}''_{FC})_t = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D [(\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta(f_{t0} - f_{td})] = (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta(f_{t0} - \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D f_{td}) = (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta(f_{t0} - \bar{f}_t) \quad (\text{Eq. 6.22})$$

donde D es el número total de semanas en que consideramos probable el cierre de la posición, que en nuestro caso son 27 (semanas 36 a 9 del año siguiente).

La ganancia media a lo largo de T años.

$$\bar{R}''_{FC} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\bar{R}''_{FC})_t = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [(\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta(f_{t0} - \bar{f}_t)] \quad (\text{Eq. 6.23})$$

Suponiendo que $\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{p}_t$ fuese aproximadamente igual a $\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{p}_{t0}$, podríamos simplificar

$$\bar{G}(FC, F) = \beta \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (f_{t0} - \bar{f}_t) = \bar{G}(F) \quad (\text{Eq. 6.24})$$

La ganancia de la cooperativa derivada únicamente del contrato a plazo, si no acudiese al mercado de futuros sería:

$$\bar{R}_{FC} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\bar{R}_{FC})_t = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) \quad (\text{Eq. 6.25})$$

6.4.4 Cálculo de la gestión del fondo de la cooperativa

Como se indicó en el capítulo 5, la cooperativa que ofrece un contrato a plazo tiene que recurrir a algún método para cubrir el riesgo que asume y del cual libera al agricultor. También se indicó que dicho método consistiría, para esta aplicación empírica, en la gestión de un fondo de autoseguro por parte de la cooperativa con el que compense sus resultados de pérdidas y ganancias. En aquellos años en que el fondo no disponga de capital suficiente para hacer frente a las pérdidas, la cooperativa recurrirá a las entidades financieras solicitando un préstamo.

Para el cálculo del coste financiero o intereses que tiene que pagar la cooperativa se ha procedido de la siguiente manera. Para cada año se han calculado los resultados (pérdidas o ganancias) globales de la cooperativa, tanto en el caso de que recurra al mercado de futuros, como en el de que no lo haga.

En el caso de que no lo haga, los resultados que irían a engrosar el fondo serían sus resultados parciales asociados a la operación de compra a plazo $((\bar{R}_{FC})_t)$, menos sus costes variables (C_{vc}) , más lo que le pagaría el agricultor $(\bar{R}_{FC} + C_{vc})$, es decir, vendrían dados por:

$$(\bar{G}_r)_t = (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + (\bar{p}_0 - \bar{p}) \quad (\text{Eq. 6.26})$$

Si en un año t , $(\bar{G}_r)_t < 0$, tendría que obtener financiación en el mercado financiero por dicha cantidad, y si $(\bar{G}_r)_t > 0$ podría obtener una remuneración.

En el caso de que acuda al mercado de futuros, los resultados que irían a engrosar el fondo serían sus resultados parciales de la operación de compra a plazo $((\bar{R}''_{FC})_t)$, menos los costes de operar en el mercado de futuros (βC_F) , menos sus costes variables (C_{vc}) , más lo que le pagaría el agricultor $(\bar{R}''_{FC} + \beta C_F + C_{vc})$, es decir, vienen dados por:

$$(\bar{G}_r'')_t = (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta(f_{t0} - \bar{f}_t) + (\bar{p}_0 - \bar{p}) - \beta(\bar{f}_0 - \bar{f}) \quad (\text{Eq. 6.27})$$

$$\text{siendo } \bar{f} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{f}_t .$$

Así, calculamos $(\bar{G}_r)_t$ y $(\bar{G}_r'')_t$ para cada año, y calculamos después para cada año la ganancia acumulada, es decir, al segundo año se le suman los resultados del año anterior con su signo, y así sucesivamente para ir compensando unos años con otros. Esta ganancia acumulada constituye el préstamo que tendría lugar en dicho año, si es negativo, o la cantidad que habría acumulada en el fondo si es positivo. Al préstamo le asignaremos un interés anual del 8%, dadas las dificultades que podrían poner las entidades de crédito para conceder dicho préstamo. La remuneración de los saldos positivos del fondo la fijaremos en el 2%. Así obtendremos para cada uno de los 11 años de la muestra los intereses que se pagarían, r_t en el caso sin futuros, y r''_t con futuros. La media o costes financieros medios de los 11 años será: \bar{r} en el caso sin futuros y \bar{r}'' en el caso con futuros.

6.4.5 Recargo o coste total para la cooperativa R

Calcularemos finalmente los costes de la cooperativa para ofrecer el contrato a plazo, que es la cantidad mínima que la cooperativa tendría que cobrar al agricultor por el contrato a plazo a un precio p_0 . El agricultor estará dispuesto a pagar por el contrato a plazo Z ó Z'' , que tendrá que ser mayor que dichos costes para que el contrato tenga lugar.

Esos costes, que denominaremos recargo R , según lo explicado en el epígrafe 6.4.1, serán igual a:

$$R = \bar{R} = (\bar{p}_0 - \bar{p}) + \bar{r} + C_{vc} \quad (\text{Eq. 6.28})$$

$$R'' = \bar{R}'' = (\bar{p}_0 - \bar{p}) - \beta(f_0 - \bar{f}) + \beta C_F + \bar{r}'' + C_{vc} \quad (\text{Eq. 6.29})$$

La cooperativa ofrecerá el contrato a plazo de la forma que le resulte más barata de entre el sistema con futuros y sin futuros, es decir, sólo recurrirá al mercado de futuros si $R > R''$.

Los gastos de gestión o gastos variables de la cooperativa (C_{vc}) comprenderían tanto gastos de personal, como de formación de personal, de infraestructura, logística, luz, teléfono, etc. achacables a la actividad de ofrecer el contrato a plazo así como de acudir al mercado de futuros, en su caso (C''_{vc}). Para la aplicación empírica consideraremos despreciables los gastos variables de la cooperativa C_{vc} , ya que estos podrían ser relativamente bajos para el caso de una cooperativa que ya esté en funcionamiento, y también despreciaremos los gastos en el caso de que interviniese en el mercado de futuros C''_{vc} , dada la dificultad de su estimación, aún sabiendo que estos podrían ser relativamente importantes.

Los resultados empíricos de las ganancias de la cooperativa se muestran en el capítulo 7: Análisis de Resultados de la Aplicación Empírica.

6.4.6 Disposición a pagar del agricultor

La disposición a pagar del agricultor en los casos sin y con futuros, según lo visto en las ecuaciones 4.49 y 4.62 del capítulo teórico, se obtiene para la aplicación empírica de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

$$Z = (\bar{p}_0 - \bar{p}) + \frac{A}{2} q V_p \quad (\text{Eq. 6.30})$$

$$Z'' = (\bar{p}_0 - \bar{p}) - \beta(f_0 - \bar{f}) + \beta C_F + \frac{A}{2} q V_p (1 - \rho_{pf}^2) \quad (\text{Eq. 6.31})$$

En el caso de $\bar{p}_0 = \bar{p}$ y $f_0 = \bar{f}$, veíamos en el capítulo teórico que sólo sería interesante recurrir al mercado de futuros si se cumpliera que $C_F < \frac{A}{2} q \text{Cov}_{pf}$.

En el caso general, el agricultor recurriría al mercado de futuros si se cumpliera que $C_F - (f_0 - \bar{f}) < \frac{A}{2} q Cov_{pf}$, es decir, los costes de los futuros son menores que el bienestar derivado de la reducción del riesgo que proporcionan.

El contrato a plazo tendrá lugar si lo que el agricultor está dispuesto a pagar (el mínimo de Z y Z'') es mayor que los costes medios para la cooperativa (mínimo de R y R''), lo cual permitirá a la cooperativa cobrar una cantidad por sus gastos de gestión que hemos considerado despreciables a efectos de este trabajo.

6.5 Parámetros y supuestos del modelo

6.5.1 Valores numéricos de los parámetros de las funciones de distribución de las variables

En el cuadro 6.1 se exponen los parámetros obtenidos mediante el empleo de las fórmulas explicadas en los epígrafes 6.1 a 6.3.

Cuadro 6.1 Precios esperados, varianzas y covarianzas de las variables (€/kg).

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
E_p	0.089	0.094	0.111	0.103	0.086	0.092	0.091	0.083
Ef_0	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156
Ef_t	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178
E_i	0.009	0.009	0.010	0.010	0.004	0.004	0.004	0.010
E_j	0.088	0.088	0.103	0.083	0.098	0.098	0.098	0.085
V_p	0.004	0.004	0.005	0.005	0.002	0.003	0.002	0.002
V_f	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
V_i	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V_j	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Cov_{pf}	0.004	0.004	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003
Cov_{pi}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Cov_{fi}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001
ρ_{pf}	0.718	0.751	0.677	0.747	0.593	0.580	0.629	0.818
ρ_{pi}	-0.647	-0.747	-0.691	-0.669	-0.566	-0.536	-0.600	-0.749
ρ_{fi}	-0.597	-0.597	-0.576	-0.576	-0.384	-0.384	-0.384	-0.639

Notación: E =Esperanza matemática, V =Varianza, Cov =Covarianza, ρ =Coeficiente de correlación; p =Precios locales, f_0 = Precios de venta del futuro, f_t =Precios de compra del futuro, i =indemnizaciones, j =Precio índice zonal a efectos del seguro.

Para el seguro basado en precios locales y analizado con la metodología de Chavas y Holt, siendo el precio garantizado el 80% del precio medio de cada variedad-provincia, obtenemos los siguientes valores de $F(h)$, $f(h)$ y K .

Cuadro 6.2 Valores de h , $F(h)$, $f(h)$ y K

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
E_p	0.089	0.094	0.111	0.103	0.086	0.092	0.091	0.083
V_p	0.004	0.004	0.005	0.005	0.002	0.003	0.002	0.002
P_g	0.071	0.075	0.089	0.082	0.069	0.073	0.073	0.066
h	0.281	0.311	0.325	0.300	0.396	0.353	0.382	0.395
$F(h)$	0.610	0.622	0.627	0.618	0.654	0.638	0.649	0.654
$f(h)$	0.384	0.380	0.378	0.381	0.369	0.375	0.371	0.369
K	0.237	0.227	0.223	0.231	0.201	0.214	0.205	0.201

Calculamos los parámetros relativos a las indemnizaciones del seguro individual (media, varianza y covarianza con los precios locales) a partir de los valores de h , $F(h)$ y K , y por simulación directa de las indemnizaciones, con el objetivo de comprobar la consistencia de la aproximación de Chavas y Holt (1990). Observamos en el cuadro 6.3 que la diferencia es notable. Esto se debe probablemente a que la serie de tiempo empleada en la simulación de las indemnizaciones es extremadamente corta, con lo cual la diferencia con los valores resultantes del cálculo a partir de una distribución normal es muy apreciable.

Cuadro 6.3 Parámetros (media, varianza y covarianzas) de las indemnizaciones empleando el método de Chavas y Holt (1990), y a partir de simulación directa

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
<i>Obtención a partir de h, $F(h)$ y K</i>								
E_i	0.017	0.016	0.018	0.018	0.010	0.013	0.011	0.010
V_i	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
Cov_{pi}	-0.002	-0.001	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
<i>Obtención por simulación directa de indemnizaciones</i>								
E_i	0.014	0.015	0.016	0.015	0.010	0.010	0.010	0.012
V_i	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cov_{pi}	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	-0.001

6.5.2 Parámetros fijos del modelo

En este epígrafe presentamos el valor de aquellos parámetros que influyen de forma indirecta en el modelo, y para los cuales plantearemos un único supuesto, es decir, les daremos un solo valor.

Aplicaremos el modelo a un agricultor tipo, cuya explotación tiene las siguientes características:

Cuadro 6.4 Datos de la explotación tipo

Parámetro	Significado	Uds.	Valor
W_0	Riqueza inicial	€	450000.00
q	Producción de patata	Kg	1200000.00
$C(q)$	Costes de producción	€	84000.00
C_F	Coste unitario futuros	€/kg	0.003

La riqueza inicial la estimaremos en 450.000 €, que puede corresponder al valor de una explotación de 30 Ha en regadío, considerando un precio medio de la hectárea de regadío de 15.000 €/ha (Encuesta de Precios de la Tierra, MAPA 2002). Podemos suponer que el agricultor tenga además una parte de la explotación en arrendamiento. Supondremos igualmente que, en su rotación de cultivos, alterna el cereal con la patata, dedicando a este cultivo una superficie de 30 hectáreas. Si su rendimiento medio es de 40.000 Kg/ha, su producción q será igual a 1.200 toneladas. Los costes de explotación, según las encuestas realizadas para el estudio, están en aproximadamente en 0,07 €/kg, por lo que los costes totales $C(q)$ los estimaremos en 84.000 €.

Los costes de operar en el mercado de futuros se han obtenido directamente de las compañías holandesas y brokers que operan en Euronext. El coste de apertura y cierre, de 37,5 €/25.000 kg, que incluye tanto el recargo del intermediario como el del propio mercado, resulta en 0,0015 €/kg. El coste de oportunidad del capital inmovilizado en concepto de márgenes, suponiendo éstos de 1.000 €/25.000 kg y el

tipo de interés el 5% y el período medio de inmovilización de 9 meses, aunque podría ser mayor, resulta aproximadamente en otros 0,0015 €/kg, por lo que el coste total C_F resulta en 0,003 €/kg.

Los datos de los seguros se han obtenido del Seguro de Rentas actualmente en vigor, implantado por el Plan Nacional de Seguros Agrarios de 2003.

Cuadro 6.5 Precio garantizado, prima y subvención de la componente “precios” del seguro de ingresos vigente (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
P_g	0.070	0.070	0.090	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070
E_i	0.009	0.009	0.010	0.010	0.004	0.004	0.004	0.010
C_i	0.006	0.006	0.008	0.008	0.002	0.002	0.002	0.009
S_i	0.010	0.010	0.012	0.012	0.004	0.004	0.004	0.011

El precio garantizado es el mismo para todas las variedades excepto para la Red Pontiac, que pertenece a un grupo de variedades más caras, por lo que el seguro garantiza un precio mayor.

Los costes del seguro se han obtenido restando la prima de riesgo o esperanza de las indemnizaciones al precio de venta real del seguro, disminuido en el descuento por contratación colectiva, dado que este descuento lo obtienen la gran mayoría de los asegurados.

6.5.3 Supuesto de preferencias ante el riesgo

La aversión al riesgo considerada en el modelo es la aversión absoluta, que hemos asumido constante por simplicidad.

Definiremos la aversión absoluta como:

$$A = \frac{a}{E(W_0)}, \text{ es decir, como el cociente entre la aversión relativa y la riqueza}$$

inicial. A partir de los valores del coeficiente de aversión relativa calcularemos los del coeficiente de aversión absoluta. Aunque habría que tener en cuenta la riqueza total y no la inicial, dado que los beneficios provenientes de la explotación son relativamente pequeños respecto a la riqueza total (pueden ser de cerca del 10%), se hará esta aproximación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la aversión absoluta podrá resultar ligeramente sobrevalorada respecto a la riqueza relativa.

Como el valor de a no es conocido, de acuerdo con los valores más frecuentemente encontrados en la literatura, plantearemos cuatro hipótesis, partiendo de que ningún agricultor es amante del riesgo, y calcularemos los resultados para cada una de las hipótesis:

1. No aversión al riesgo $a=0,0001$
2. Aversión al riesgo baja $a=0,5$
3. Aversión al riesgo alta $a=2$
4. Aversión al riesgo muy alta $a=4$

6.5.4 Supuesto de subvenciones

En el caso del modelo de elección restringida presentado en el epígrafe 4.3.3, con fines comparativos supondremos que ambas herramientas perciben las mismas subvenciones. La subvención dada al contrato a plazo en realidad supondría una subvención a la cooperativa para formación del personal, gastos de gestión, etc. Dado que las subvenciones actuales al seguro oscilan entre 0,004 y 0,010 €/kg. y los costes de operar en el mercado de futuros son de 0,003 €/kg., asumiremos un nivel de subvención de 0,003 €/kg en los supuestos en que se contempla.

6.6 Las Simulaciones

6.6.1 Objetivo de la simulación

Con la finalidad de comprobar la robustez de los resultados teóricos obtenidos, realizaremos un conjunto de simulaciones. Estas simulaciones nos permitirán comparar los índices del bienestar del agricultor que se obtienen bajo distintas hipótesis, tanto referentes a la disponibilidad de herramientas de gestión del riesgo como a la atribución de subvenciones, para comprobar que las elecciones obtenidas en el modelo teórico son las óptimas.

6.6.2 Las variables objeto de la simulación

Las variables objeto de la simulación son aquellas que nos permiten medir el bienestar del agricultor, y aquellas otras que nos permiten evaluar la eficiencia del gasto público.

Como índices del bienestar del agricultor calcularemos los siguientes:

- **El valor esperado de la riqueza**, $E(W)$, es la riqueza inicial más los beneficios esperados. Constituye una referencia básica para los análisis comparativos.
- **La utilidad esperada**. Para el cálculo de este índice es necesario definir con precisión la función de utilidad. En lo que se refiere a su forma y características, la literatura se decanta por las DARA¹³ pero refleja ambigüedad entre las IRRA y CRRA (ver epígrafe 3.1). La más empleada es la función DARA y CRRA

¹³ DARA = *Decreasing Absolute Risk Aversion*
IRRA = *Increasing Relative Risk Aversion*
(Ver epígrafe 3.1)

CARA = *Constant Absolute Risk Aversion*
CRRA = *Constant Relative Risk Aversion*

$U(W) = \frac{W^{(1-a)}}{(1-a)}$, donde “ W ” es la riqueza total del individuo y “ a ” es el coeficiente

de aversión relativa constante. Esta función es aconsejada por Nicholson (1997) y empleada por Coble et al. (2000) y Mahul (2002). Dado que el empleo de una función de este tipo parece lo más conveniente conforme a lo revisado en el capítulo 3, emplearemos en la simulación Monte Carlo esta función DARA y CRRA, a pesar de que en el planteamiento teórico hayamos supuesto una CARA. Para comprobar que los resultados se mantienen, simularemos además los mismos supuestos con la función de utilidad media varianza con aversión absoluta constante (CARA) empleada en el análisis teórico.

- **El equivalente cierto** es empleado por numerosos autores, como Coble et al. (2000), ó Hardaker et al. (1997), quienes indican que el empleo de los equivalentes ciertos facilita la comparación de escenarios en una métrica monetaria conveniente. Lo calcularemos a partir de la misma función de utilidad definida en el punto anterior, como: $CE = U^{-1}[E(U(W))]$
- **Función de distribución acumulada de la riqueza** $F(W)$, que se representará gráficamente. Nos proporciona una idea sobre la probabilidad de obtener valores bajos, la probabilidad de situaciones de pérdidas graves.

Como indicadores de la eficacia de las distintas políticas por parte del Estado, se calculará:

- **El gasto total del Estado en subvenciones** (GE), como el producto de la cantidad acogida al seguro o contrato a plazo, multiplicado por la subvención unitaria.
- **La eficiencia del gasto del Estado** (EE), que será igual al incremento del equivalente cierto relativo al gasto del Estado: $EE(\%) = [(CE - CE_0) / GE] \times 100$. El incremento de equivalente cierto se calculará respecto del equivalente cierto de una situación de referencia en la que no hubiese ninguna herramienta de gestión del riesgo de precios.

6.6.3 Metodologías de simulación

Para verificar y completar los resultados obtenidos en las optimizaciones, se realizará una doble simulación: por un lado, se hará una simulación estadística o Monte Carlo a fin de comparar el equivalente cierto del agricultor y la eficiencia del gasto del Estado para cada uno de los supuestos; y por otro lado, se realizará una simulación consistente en la obtención de dichos valores sustituyendo directamente en el modelo Media-Varianza empleado en el análisis teórico. Ello permitirá comparar ambas metodologías, que emplean distintos tipos de función de utilidad y funciones de distribución de las variables.

Metodología de Simulación Monte Carlo

La simulación estadística o Monte Carlo, como se indicó en el epígrafe 3.4, se basa en la generación de valores de las variables aleatorias a partir de su función de distribución. Este sistema simplifica el cálculo de la utilidad esperada o esperanza matemática de la función de utilidad, ya que permite calcular directamente la función de distribución de la utilidad como una serie de valores y su esperanza matemática como media aritmética de la serie obtenida. Ha sido empleado por numerosos autores en la simulación de seguros y de cobertura en mercados de derivados como Meuwissen et al. (1999); Meuwissen (2000); Mahul (2002); Sumpsi et al. (2001), etc.

La simulación se ha realizado empleando el paquete informático de simulación @RISK, de Palisade (2002). Este paquete informático permite la modelización avanzada y el análisis de riesgos en las hojas de cálculo Excel.

En primer lugar, se ha procedido al ajuste de la función de distribución de cada una de las variables que intervienen en el modelo. La función de distribución a la que mejor se ajustaban, de media, tanto los precios locales (pares provincia-variedad) como los precios índices del seguro, han sido funciones de distribución Gamma.

A continuación se ha procedido a establecer la correlación entre las distintas variables. Las correlaciones observadas entre los precios locales y los precios índices del seguro aparecen en la matriz de correlaciones del cuadro 6.6. El programa @RISK permite la generación de las variables sujetas al mismo tiempo a su función de distribución y a los coeficientes de correlación.

Cuadro 6.6 Matriz de correlaciones de los precios locales con los precios índices del seguro

	Marfona Burgos	Desirée Burgos	RP León	Baraka León	Jaerla Vall.	Marfona Vall.	Desirée Vall.	Tardía Rioja
G3 Burgos	0.887	0.925	0.951	0.858	0.957	0.928	0.969	0.846
G3 Burgos	0.887	0.925	0.951	0.858	0.957	0.928	0.969	0.846
G2 León	0.847	0.888	0.928	0.812	0.936	0.902	0.953	0.779
G3 León	0.847	0.888	0.928	0.812	0.936	0.902	0.953	0.779
G3 Vall.	0.830	0.873	0.918	0.796	0.923	0.886	0.945	0.759
G3 Rioja	0.913	0.948	0.962	0.888	0.966	0.941	0.973	0.890

Hay que destacar que es indispensable simular los precios índices sobre los que se basa el seguro, ya que si lo basásemos en los precios locales, se estaría ignorando el riesgo básico de esta herramienta de gestión del riesgo.

De acuerdo con dichas distribuciones y correlaciones se han generado 5.000 valores para cada una de las variables. Estos valores simulados de los precios, al introducirse en las ecuaciones de riqueza establecidas en el capítulo teórico, y en la función de utilidad, resultan en otros tantos valores de riqueza y utilidad. Los valores medios de la utilidad nos permiten obtener el equivalente cierto, y todos los demás resultados de la simulación, para cada uno de los escenarios hipotéticos que se explicitan en el epígrafe 6.6.4.

Los cálculos se han realizado para dos niveles de aversión relativa al riesgo ($\alpha=0,5$ y $\alpha=2$) y para un nivel de subvención bajo, fijado para todos los casos en 0,003 €/kg.

Simulación Media-Varianza

Para esta simulación se ha empleado directamente una hoja de cálculo. Se han introducido los valores de las medias y varianzas estimadas en las fórmulas empleadas en el capítulo 4 dedicado al marco analítico.

6.6.4 Los supuestos simulados

Se contemplarán tres escenarios principales y uno de comparación.

Los escenarios principales, serán los siguientes:

Escenario sin subvenciones (E-1)

En este escenario se contempla la posibilidad de un contrato a plazo y un seguro en el caso de que ninguna de los dos instrumentos estuviese subvencionado. Es una situación de no intervención pública, en que únicamente la oferta y demanda privadas intervendrían en la gestión de los riesgos.

La elección óptima del agricultor viene dada por los resultados de optimización obtenidos para el caso restringido con la particularización $S_I=0$ y $S_{FC}=0$

Escenario en que sólo existe un seguro subvencionado (E-2)

Semejante a la situación actual, contempla que exista únicamente un seguro subvencionado, y no esté a disposición del agricultor ninguna otra herramienta de gestión del riesgo.

La elección óptima del agricultor viene dada por los resultados de optimización obtenidos para el caso en que existe únicamente un seguro (primer epígrafe del capítulo 4).

Escenario con contrato a plazo y seguro en que sólo se subvenciona el seguro (E-3)

El agricultor puede optar entre el contrato a plazo y el seguro, pero únicamente el seguro estará subvencionado. Este escenario podría asemejarse a la situación actual, a la que se le añadiese otra realidad también existente en la actualidad: la posibilidad de hacer un contrato a plazo totalmente privado, sin ningún tipo de apoyo estatal.

Las elecciones óptimas del agricultor en este caso se han hallado según los resultados obtenidos de la optimización con restricciones con la particularización $S_I=0,003$ €/kg y $S_{FC}=0$.

Escenario de referencia (E-0)

Estos tres escenarios se comparan con uno de referencia en que no hay herramientas de gestión del riesgo ni subvenciones. En este escenario se contempla simplemente la riqueza del agricultor con el precio de mercado. La comparación con el escenario de referencia nos permite apreciar el efecto absoluto de las herramientas de gestión de riesgo así como de las subvenciones, sobre la economía y el bienestar de los agricultores.

Capítulo 7: Análisis de los resultados de la aplicación empírica

Expondremos en primer lugar los resultados obtenidos para la cooperativa: tanto los que corresponden a las operaciones en el mercado de futuros; los resultados del contrato a plazo; y los recargos que tendría que cobrar la cooperativa por este último.

Seguidamente, mostramos los resultados obtenidos al aplicar los modelos teóricos de optimización en los siguientes escenarios:

- Seguro con las subvenciones actuales y acceso al mercado de futuros
- Contrato a plazo y seguro indexado actual
- Contrato a plazo y seguro individual con la transformación de Chavas y Holt (1990)
- Contrato a plazo y seguro indexado con restricciones

Por último, mostramos los resultados de la simulación realizada para calcular el equivalente cierto final del agricultor y la eficiencia del gasto del Estado. La simulación de estas variables características de cada instrumento se ha realizado mediante dos metodologías, al objeto de comparar los resultados y especular sobre la robustez de cada una de ellas. Así, se hará una aplicación directa del modelo teórico de Media-Varianza, y una simulación Monte-Carlo empleando una función de utilidad DARA-CRRA.

7.1 Resultados de la cooperativa¹⁴

7.1.1 Resultados de la cooperativa en las operaciones en el mercado de futuros

La ganancia de la cooperativa resultante de operar en el mercado de futuros viene dada, de acuerdo con lo expuesto en el capítulo 6, por la siguiente expresión:

$$(\bar{R}_F)_t = \beta (f_{t0} - \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D f_{td}) = \beta (f_{t0} - \tilde{f}_t) \quad (\text{Eq. 7.1=Eq. 6.20})$$

En el cuadro 7.1 se muestran las ganancias correspondientes a cada año y la ganancia media. En la última fila aparece el coeficiente beta, β , del CAPM correspondiente a cada serie de precios (Ver epígrafe 4.4.1).

¹⁴ Recordando la notación de los capítulos anteriores:

C_F Coste de los futuros

R_F Resultado de las operaciones con futuros

R_{FC} Resultado de las operaciones de venta a plazo

R''_{FC} Resultado de las operaciones de venta a plazo y de cobertura en el mercado de futuros

R y R'' Recargos que cobrará la cooperativa por el contrato a plazo (sin recurrir y en el caso de que sí recurriese al mercado de futuros)

Cuadro 7.1 Ganancia de la cooperativa derivada de operar en el mercado de futuros (€/kg.)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
1992	0.026	0.025	0.026	0.029	0.015	0.017	0.017	0.019
1993	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
1994	-0.054	-0.054	-0.055	-0.060	-0.031	-0.036	-0.036	-0.040
1995	-0.046	-0.045	-0.047	-0.051	-0.026	-0.030	-0.030	-0.034
1996	0.054	0.053	0.054	0.060	0.030	0.035	0.035	0.040
1997	-0.014	-0.014	-0.014	-0.015	-0.008	-0.009	-0.009	-0.010
1998	-0.081	-0.080	-0.082	-0.090	-0.046	-0.053	-0.053	-0.060
1999	0.023	0.023	0.024	0.026	0.013	0.015	0.015	0.018
2000	0.014	0.014	0.014	0.016	0.008	0.009	0.009	0.010
2001	-0.041	-0.041	-0.042	-0.046	-0.023	-0.027	-0.027	-0.031
2002	0.012	0.012	0.012	0.013	0.007	0.008	0.008	0.009
R_F	-0.010	-0.010	-0.010	-0.011	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007
Beta	0.466	0.460	0.472	0.520	0.264	0.307	0.307	0.348

Observamos que la media de las ganancias de la cooperativa en el mercado de futuros a lo largo de los 11 años es negativa en todas las variedades y provincias. Esto implica que para la serie analizada y para los supuestos de fechas de venta y compra de futuros explicados en el capítulo 6, el precio de venta medio de los “abrilés” de Ámsterdam es menor que el precio de compra medio, es decir, que

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T f_{t0} < \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{f}_t.$$

7.1.2 Resultados de la cooperativa con el contrato a plazo

La ganancia de la cooperativa resultante únicamente de la operación del contrato a plazo con los productores viene dada por:

$$(\bar{R}_{FC})_t = \bar{p}_t - \bar{p}_{t0} \quad (\text{Eq. 7.2})$$

y sus valores aparecen reflejados en el cuadro 7.2.

Cuadro 7.2 Resultados de la cooperativa derivados de la compra a plazo (€/kg.)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
1992	-0.077	-0.082	-0.079	-0.080	-0.069	-0.080	-0.071	-0.055
1993	-0.019	-0.009	-0.021	-0.015	0.001	-0.006	-0.004	0.012
1994	0.148	0.130	0.153	0.139	0.083	0.108	0.110	
1995	-0.023	-0.015	-0.029	-0.030	-0.016	-0.022	-0.014	0.015
1996	-0.070	-0.064	-0.067	-0.062	-0.050	-0.057	-0.049	-0.041
1997	0.001	0.021	-0.003	0.009	0.003	0.005	0.001	0.055
1998	0.050	0.055	0.043	0.100	0.005	0.002	0.009	0.103
1999	-0.072	-0.076	-0.084	-0.087	-0.048	-0.048	-0.035	-0.034
2000	0.007	0.018	0.052	0.008	0.036	0.025	0.044	0.013
2001	0.021	0.024	0.052	0.007	0.019	0.014	0.047	0.019
2002	-0.063	-0.067	-0.087	-0.084	-0.049	-0.055	-0.051	-0.075
R_{FC}	-0.009	-0.006	-0.006	-0.009	-0.008	-0.010	-0.001	0.001
R_{FC} 92-01	-0.003	0.000	0.002	-0.001	-0.004	-0.006	0.004	0.010
R_{FC} 93-02	-0.002	0.002	0.001	-0.002	-0.002	-0.003	0.006	0.008

En el año 1994 no figuran resultados para La Rioja debido a la falta de datos de precios locales.

Si exceptuamos La Rioja, observamos en las restantes provincias que los resultados medios de los 11 años son negativos, de lo cual se deduce que

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{p}_t < \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{p}_{t0}$$

Esto no ocurre si, en lugar de emplear los 11 años, se toman medias de 10 años, como se puede observar en las dos últimas filas del Cuadro 7.2 (R_{FC} de los años 1992 al 2001 y 1993 al 2002). Como se observa, al emplear las medias de 10 años mejoran sensiblemente los resultados medios de la cooperativa en todos los casos. Habría, pues, que emplear una serie de años mucho más larga para conseguir una mejor aproximación de los resultados medios o esperados, pero dada la variabilidad de los resultados obtenidos, que son tanto positivos como negativos, podemos suponer que el valor esperado real sería muy próximo a cero. A pesar de ello, dado que vamos a

trabajar con la serie de 11 años, a efectos prácticos tomaremos como válidos estos valores negativos para la cooperativa.

Los resultados del cálculo de la ganancia de la cooperativa derivada de la combinación futuros-contrato a plazo, dada por la expresión:

$$(\bar{R}''_{FC})_t = (\bar{p}_t - \bar{p}_{t0}) + \beta(f_{t0} - \bar{f}_t) \quad (\text{Eq. 7.3} = \text{Eq. 6.23})$$

toma los valores que aparecen en el cuadro 7.3.

Cuadro 7.3 Resultados de la cooperativa del contrato a plazo y futuros (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
1992	-0.051	-0.057	-0.053	-0.051	-0.054	-0.063	-0.054	-0.032
1993	-0.021	-0.011	-0.023	-0.017	0.000	-0.008	-0.005	0.015
1994	0.094	0.077	0.099	0.078	0.052	0.073	0.075	
1995	-0.069	-0.060	-0.075	-0.081	-0.042	-0.053	-0.045	-0.020
1996	-0.017	-0.011	-0.013	-0.002	-0.020	-0.022	-0.014	-0.001
1997	-0.013	0.007	-0.017	-0.006	-0.004	-0.004	-0.009	0.045
1998	-0.031	-0.025	-0.039	0.010	-0.041	-0.051	-0.044	0.043
1999	-0.049	-0.053	-0.060	-0.060	-0.035	-0.033	-0.020	-0.016
2000	0.021	0.032	0.066	0.023	0.044	0.034	0.053	0.023
2001	-0.020	-0.017	0.011	-0.039	-0.004	-0.013	0.020	-0.011
2002	-0.051	-0.055	-0.075	-0.071	-0.042	-0.047	-0.043	-0.066
R''_{FC}	-0.019	-0.016	-0.016	-0.020	-0.013	-0.017	-0.008	-0.002
Beta	0.466	0.460	0.472	0.520	0.264	0.307	0.307	0.348

Estos resultados negativos nos indican que, aunque teóricamente se cumpla que para un año dado $p_0 = E_p$ y el mercado de futuros sea insesgado ($f_0 = E_f$), en la realidad no se cumple a lo largo de una serie corta de años como la nuestra. Es decir, no ocurriría en un caso real en que este sistema estuviese funcionando durante 11 años. Para que la cooperativa no tuviese pérdidas habría que cargar las pérdidas medias que acabamos de obtener a la prima a pagar por los agricultores.

7.1.3 Cálculo de la gestión del fondo de la cooperativa

Los costes totales del contrato a plazo para la cooperativa los expresábamos en el epígrafe 6.4.5 como el recargo R (R en caso de que no acuda al mercado de futuros, y R'' en el caso de que sí lo haga).

$$R = (\bar{p}_0 - \bar{p}) + \bar{r} + C_{vc} \quad (\text{Eq. 7.4} = \text{Eq. 6.29})$$

$$R'' = (\bar{p}_0 - \bar{p}) - \beta(f_0 - \bar{f}) + \beta C_F + \bar{r}'' + C''_{vc} \quad (\text{Eq. 7.5} = \text{Eq. 6.30})$$

Suponiendo los valores de C_{vc} y C''_{vc} despreciables, expresamos en el cuadro siguiente el valor de los costes financieros medios (\bar{r} y \bar{r}'') explicados en el epígrafe 6.4.4, y dichos costes totales.

Cuadro 7.4 Intereses medios pagados (\bar{r} y \bar{r}'') y costes totales (R y R'') de la cooperativa (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
\bar{r}	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000
\bar{r}''	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000
R	0.009	0.007	0.008	0.008	0.008	0.010	0.004	-0.002
R''	0.020	0.018	0.019	0.020	0.014	0.017	0.011	0.006

Tras observar estos resultados concluimos que la cooperativa no recurrirá al mercado de futuros, ya que los costes en este caso son mayores: $R'' > R$.

El signo negativo en La Rioja se debe a que, al contrario que en el resto de las provincias, el precio medio de los 11 años es mayor que el precio garantizado medio. Así, en este caso, la cooperativa obtiene resultados positivos de toda la operación, por lo cual, en lugar de cobrar al agricultor un recargo, debería pagar al agricultor 0.002 €/kg, o de forma equivalente, podrá garantizar al agricultor un precio ligeramente superior, que se aproxime más al precio medio real.

7.1.4 Disposición a pagar del agricultor ¹⁵

Las disposiciones a pagar del agricultor en el caso del contrato a plazo (Z) y en el caso del contrato a plazo teniendo en cuenta que puede acudir al mercado de futuros (Z'') las hemos calculado a partir de las ecuaciones 6.30 y 6.31 (capítulo 6).

Recordamos que el agricultor preferirá contratar en el mercado de futuros si $Z'' < Z$, o lo que es equivalente, si $\frac{A}{2} q Cov_{pf} > C_F - (f_0 - \bar{f})$. Es decir, la contratación en el mercado de futuros supone que el bienestar derivado de la reducción del riesgo proporcionada por los futuros sea mayor que el coste de los futuros. Verificamos ambos resultados.

Cuadro 7.5 Coste de futuros y equivalente cierto ligado a la reducción de riesgo de los futuros (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
$C_F - (f_0 - E_f)$	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
$a=0.0001$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$a=0.5$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003
$a=2$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.015	0.015	0.015	0.017	0.008	0.010	0.010	0.011
$a=4$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.030	0.029	0.030	0.033	0.017	0.020	0.020	0.022

¹⁵ Recordando la notación de los capítulos anteriores:

A Aversión absoluta al riesgo del agricultor. $A = a / E(W)$

q Producción total del agricultor

Cov_{pf} Covarianza de los precios locales y los precios de futuros

Observamos que sólo los productores del grupo de máxima aversión al riesgo de Burgos y León recurrirían a los futuros.

Cuadro 7.6 Disposición a pagar de los agricultores (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
$a=0.0001$								
Z	0.009	0.006	0.007	0.008	0.007	0.009	0.002	-0.002
Z''	0.020	0.017	0.018	0.021	0.014	0.018	0.009	0.004
$a=0.5$								
Z	0.012	0.009	0.011	0.012	0.008	0.011	0.004	-0.001
Z''	0.022	0.018	0.020	0.023	0.015	0.019	0.010	0.004
$a=2$								
Z	0.022	0.018	0.022	0.023	0.013	0.018	0.010	0.003
Z''	0.027	0.022	0.026	0.028	0.018	0.024	0.013	0.006
$a=4$								
Z	0.036	0.030	0.038	0.039	0.019	0.027	0.018	0.009
Z''	0.033	0.028	0.034	0.035	0.022	0.030	0.018	0.008

Como observamos en el cuadro 7.6, $Z < Z''$ para las aversiones al riesgo bajas y media. Por ello, sólo en el caso de máxima aversión al riesgo y en las provincias de Burgos, León y La Rioja elegiría el agricultor acudir al mercado de futuros, ya que la reducción del riesgo negociando en él le compensa su coste. Por ello, lo que el agricultor hubiera estado dispuesto a pagar queda reflejado en el Cuadro 7.7.

Cuadro 7.7 Disposición final a pagar de los agricultores (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
$a=0.0001$								
Z	0.009	0.006	0.007	0.008	0.007	0.009	0.002	-0.002
$a=0.5$								
Z	0.012	0.009	0.011	0.012	0.008	0.011	0.004	-0.001
$a=2$								
Z	0.022	0.018	0.022	0.023	0.013	0.018	0.010	0.003
$a=4$								
Z					0.019	0.027	0.018	
Z''	0.033	0.028	0.034	0.035			0.018	0.008

Comparando estas cantidades con las que cobraría la cooperativa, que aparecen en el cuadro 7.4, podemos concluir que los agricultores con media o alta aversión al riesgo posiblemente sí estarían interesados en dicho contrato de venta a plazo. Únicamente los agricultores neutrales al riesgo y los productores de Jaerla y Desirée en Valladolid con aversión baja ($\alpha=0,5$), tienen una disposición a pagar por el contrato a plazo que no supera los costes que éste supone para la cooperativa, habida cuenta que los costes reales de la cooperativa serían ligeramente mayores que los que aquí figuran al incluirse la parte correspondiente de gastos corrientes y de personal de la cooperativa (C_{vc}).

7.1.5 Cálculo de los recargos en un caso ideal

Para verificar cuáles hubiesen sido estos resultados en un caso ideal en que el precio garantizado por la cooperativa coincidiese con el precio esperado, y el mercado de futuros fuese insesgado, calculamos los recargos que cobraría la cooperativa (R y R'') y la disposición a pagar del agricultor (Z y Z'').

Los recargos que cobraría la cooperativa, según fuese o no al mercado de futuros, resultarían de:

$$R = \bar{r} + C_{vc} \quad (\text{Eq. 7.6})$$

$$R'' = \beta C_F + \bar{r}'' + C_{vc}'' \quad (\text{Eq. 7.7})$$

Cuadro 7.8 Recargos de la cooperativa en el caso “ideal” (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
R	0.0005	0.0006	0.0010	0.0005	0.0011	0.0011	0.0017	0.0002
R''	0.0014	0.0014	0.0019	0.0014	0.0017	0.0018	0.0023	0.0007

Como observamos, los recargos han disminuido considerablemente, pero tampoco en este caso resultaría atractivo para la cooperativa apalancar sus riesgos mediante operaciones en el mercado de futuros.

Respecto a la disposición a pagar del agricultor, vemos cómo resultaría en este caso. A éste le compensaría acudir al mercado de futuros si $C_F < \frac{A}{2} q Cov_{pf}$, es decir, es suficiente con que el coste de operar en el mercado de futuros C_F sea menor que la cantidad que el agricultor estaría dispuesto a pagar por la reducción del riesgo derivada de operar en el mercado de futuros $\frac{A}{2} q Cov_{pf}$.

Cuadro 7.9 Coste de operar en el mercado de futuros y recargo ligado a la reducción de riesgo de los futuros (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
C_F	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
$a=0.0001$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$a=0.5$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003
$a=2$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.015	0.015	0.015	0.017	0.008	0.010	0.010	0.011
$a=4$								
$A/2 q Cov_{pf}$	0.030	0.029	0.030	0.033	0.017	0.020	0.020	0.022

Como vemos en el cuadro 7.9, para el caso sin aversión al riesgo y de nuevo para la aversión al riesgo baja ($a=0,5$) en Valladolid, la reducción del riesgo no es suficiente como para que compense pagar los costes de los futuros. Pero en el resto de los casos, sí interesaría cubrir los riesgos en el mercado de futuros.

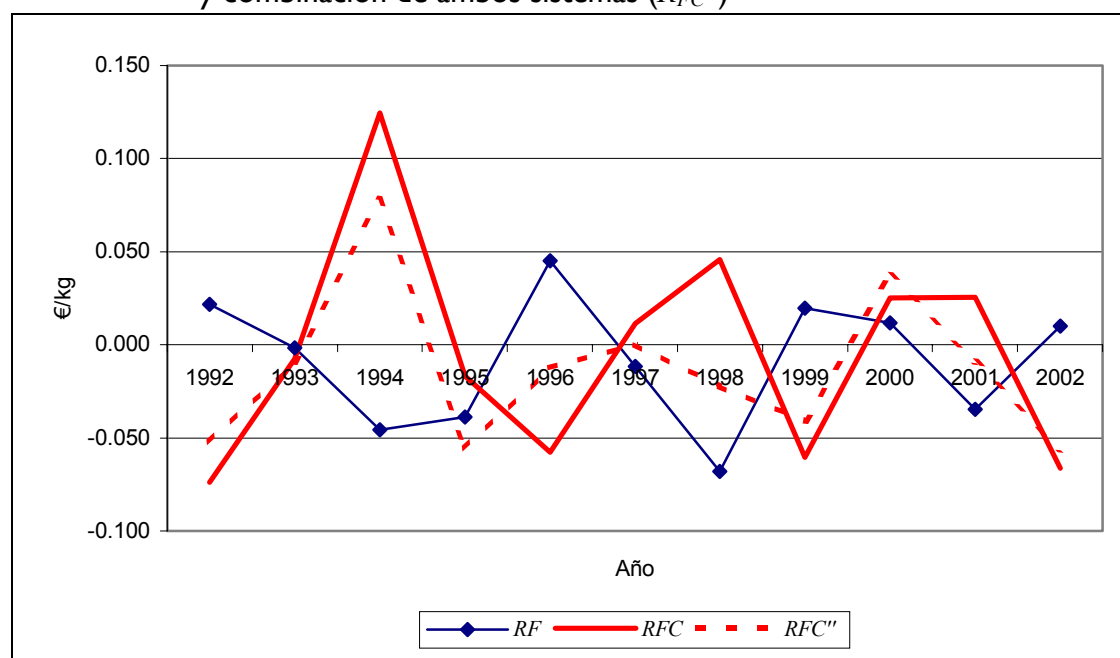
Cuadro 7.10 Disposición a pagar de los agricultores en el caso ideal (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
$a=0.0001$								
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z''	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
$a=0.5$								
Z	0.003	0.003	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001
Z''	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001
$a=2$								
Z	0.013	0.012	0.015	0.015	0.006	0.009	0.008	0.006
Z''	0.008	0.007	0.010	0.008	0.005	0.007	0.005	0.003
$a=4$								
Z	0.027	0.024	0.031	0.031	0.013	0.018	0.015	0.012
Z''	0.014	0.012	0.018	0.015	0.009	0.013	0.010	0.005

Observamos que los grupos de mayor aversión al riesgo en este caso sí recurrirían al mercado de futuros ($Z'' < Z$). Incluso en el grupo de aversión baja ($a=0,5$) algunos sí acudirían aunque otros están en el límite (acudirían si no supusiese para ellos ningún coste de transacción). Además, comparando con los recargos que cobraría la cooperativa (R del cuadro 7.8), se observa que a los 3 grupos con aversión al riesgo les interesaría el contrato a plazo $Z'' > R$.

Así, pues, los valores negativos de los resultados esperados en el mercado de futuros, achacables a que la serie de datos es muy corta, no significan sin embargo que los futuros no proporcionen una reducción del riesgo útil para el agricultor. Si bien no resultaría útil a la cooperativa frente a su alternativa de sistema de fondo combinado con préstamos, sí resultaría útil al agricultor frente a la alternativa de asumir el riesgo por sí solo. Para mejor comprensión de las operaciones en el mercado de futuros exponemos en el siguiente gráfico los resultados que obtendría la cooperativa al realizar un contrato a plazo simple con precios locales (R_{FC}), los de las operaciones con futuros (R_F), y los resultados de combinar ambas operaciones ($R_{FC''}$).

Gráfico 7.1 Ganancias medias del contrato a plazo (R_{FC}), cobertura con futuros (R_F) y combinación de ambos sistemas ($R_{FC''}$)



Fuente: Elaboración propia

7.1.6 Síntesis

Tras la observación de estos resultados podemos establecer lo siguiente:

- 1- Una cooperativa que ofreciese un contrato a plazo no acudiría a reasegurarse en el mercado de futuros.
- 2- La constitución de un fondo y recurso a préstamos de entidades financieras se revela como una forma más barata y eficiente de gestionar el riesgo que el mercado de futuros.
- 3- Sólo en el caso de máxima aversión al riesgo ($a=4$) y en algunas provincias (Burgos, León y La Rioja) elegiría el agricultor acudir al mercado de futuros.
- 4- Si el mercado de futuros fuese insesgado ($f_0 = \bar{f}$), su capacidad de reducción del riesgo sí compensaría sus costes en un gran número de

casos. Se recurriría al mismo siempre que $a \geq 2$ y en algunos casos para $a = 0,5$.

- 5- El contrato a plazo diseñado sería acogido por todos los agricultores con $a \geq 2$. Para $a = 0,5$ dependería de los casos, y lógicamente no interesaría a los neutrales al riesgo.
- 6- En el caso ideal, en que el precio medio de una serie de años coincidiese con el ofrecido por el contrato a plazo ($p_0 = \bar{p}$), el contrato a plazo sería interesante para todos los individuos con un cierto grado de aversión al riesgo.

7.2 Elección óptima en el caso del seguro actual y acceso al mercado de futuros

Veámos en el epígrafe 4.1 que, en el caso de un contrato de futuros (subíndice F) y un seguro de precios (subíndice I), la elección óptima en el supuesto más general sin restricciones venía dada por las siguientes ecuaciones:

$$\phi_F^* = \frac{N_F V_i + N_I Cov_{if}}{Aq[V_i V_f - Cov_{if}^2]} + \frac{Cov_{pf} V_i - Cov_{pi} Cov_{if}}{V_i V_f - Cov_{if}^2} \quad (\text{Eq. 7.8} = \text{Eq. 4.5.a})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_I V_f + N_F Cov_{if}}{Aq[V_i V_f - Cov_{if}^2]} - \frac{Cov_{pi} V_f - Cov_{pf} Cov_{if}}{V_i V_f - Cov_{if}^2} \quad (\text{Eq. 7.9} = \text{Eq. 4.6.a})$$

La particularización de estos resultados con los parámetros característicos de los mercados de patata y los instrumentos de gestión del riesgo propuestos puede dar lugar a que aparezcan resultados de acogida óptima negativos, así como mayores al 100% (recordamos que estas expresiones de coberturas o demandas óptimas surgen de la resolución de un problema de optimización no condicionada o sin restricciones).

Aquí mostraremos un resumen de dichos valores de forma que, cuando el resultado de cobertura óptima sea mayor al 100%, se reflejará como 100%, y en aquellos casos en que el óptimo sea un valor negativo, entenderemos que la acogida óptima es cero (0%). Los resultados originales obtenidos de la aplicación directa de las ecuaciones se muestran en el Anejo.

7.2.1 Elección óptima sin subvención

Si no tenemos en cuenta la subvención del seguro, los resultados son los que aparecen en el cuadro 7.11.

Cuadro 7.11 Elección óptima del agricultor “futuros /seguro sin subvención” (%)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N.R.								
ϕ_F	100	100	100	100	0	0	0	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
$a=0.5$								
ϕ_F	54.7	50.2	78.3	87.1	0	0	0	100.0
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
$a=2$								
ϕ_F	38.8	34.3	41.4	50.0	0	0	0	64.6
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
$a=4$								
ϕ_F	36.1	31.7	35.2	43.9	3.3	6.8	6.5	44.5
ϕ_I	0	0	0	0	0	7.9	19.9	0

N.R. indica aversión al riesgo nula

En el cuadro 7.11 vemos que existe una preferencia por los futuros en el caso de que no hubiese subvenciones, aunque ésta es de menor importancia en Valladolid. Cabe resaltar que esta preferencia por los futuros se da a pesar de las pérdidas esperadas que conlleva el mercado de futuros en los 11 años, como vimos en el Cuadro 7.4.

Como se puede observar, la cantidad contratada de futuros disminuiría con la aversión al riesgo en todas las provincias menos en Valladolid. Esto se puede explicar recordando los resultados del ejercicio de estática comparativa realizado en el primer apartado del capítulo 4. Comprobamos que estamos en el caso de $N_F < 0$ y $N_I < 0$ (que significa que ambos instrumentos tienen costes de operación positivos). Para las provincias distintas a Valladolid, se cumple que $|N_F V_i| < |N_I Cov_{if}|$, por lo que $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} < 0$. Como $|N_F| > |N_I|$ (ver cuadro 7.15) deducimos que el hecho de que $|N_F V_i| < |N_I Cov_{if}|$ se debe al efecto de las varianzas-covarianzas. Atendiendo a la explicación intuitiva relativa a las varianzas y covarianzas, estaríamos en el caso de una alta correlación, en que ambas herramientas son sustitutivas, y la aversión al riesgo hará que se elija más de aquella con menor varianza y menos de la de mayor varianza, que son respectivamente el seguro y los futuros ($\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} < 0$ y $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} > 0$), como se puede comprobar en el cuadro 7.12 en que figuran las varianzas de ambos instrumentos.

Cuadro 7.12 Varianzas de futuros e indemnizaciones (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
V_f	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096
V_i	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002

Sin embargo, en el caso de Valladolid se verifica que los valores óptimos de ϕ_F^* y ϕ_I^* aumentan con la aversión al riesgo. Esto se debe a que para esta provincia $|N_F V_i| > |N_I Cov_{if}|$ y $|N_I V_f| > |N_F Cov_{if}|$. Recurriendo a una explicación intuitiva, en esta provincia las herramientas no son sustitutivas sino independientes (correlación $|\rho_{fi}|$ reducida), por lo que el incremento de la aversión al riesgo conlleva el incremento de las elecciones óptimas de ambos instrumentos. Observando las correlaciones en el cuadro 7.13 comprobamos que éstas son menores en Valladolid que en las otras provincias.

Cuadro 7.13 Coeficientes de correlación de futuros e indemnizaciones

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ρ_{fi}	-0.60	-0.60	-0.58	-0.58	-0.38	-0.38	-0.38	-0.64

Estos resultados corroboran la observación formulada en el epígrafe 4.2.1 de que tanto podemos obtener demandas óptimas de los instrumentos que aumenten con la aversión al riesgo para ambos, como que decrezcan, como que crezcan para uno y decrezcan para el otro.

7.2.2 Elección óptima en el caso de seguro con la subvención actual y acceso al mercado de futuros

Si tenemos en cuenta la subvención actual del seguro, las elecciones del agricultor para todos los niveles de aversión al riesgo se muestran en el Cuadro 7.14 (resultados originales en el Cuadro A7.2 del Anejo):

Cuadro 7.14 Elección óptima “futuros /seguro con subvención actual” para todos los niveles de aversión al riesgo (%)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_F	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100

Vemos que la subvención es suficiente para que la balanza se incline del lado contrario. La preferencia por el seguro en este caso se debe a que los futuros mantienen sus pérdidas, mientras que el coste del seguro se transforma en una subvención neta positiva. Este argumento se comprueba con los resultados del Cuadro 7.15, donde figuran las esperanzas matemáticas de los beneficios netos de cada instrumento:

Cuadro 7.15 Beneficios netos esperados de futuros y seguro (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N_F	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024
N_I	-0.006	-0.006	-0.008	-0.008	-0.002	-0.002	-0.002	-0.009
N_I'	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002

Recordamos que los valores del beneficio neto medio de los futuros y del seguro venían dados por estas expresiones:

$$N_F = E(\Pi_F) = f_0 - E_f - C_F$$

$$N_I = E(\Pi_I) = E_i - E_i - C_I = -C_I$$

$$N_I' = N_I + S_I$$

Vemos ahora que $N_F < 0$ y $N_I' > 0$, donde S_I reiteramos que es la subvención ofrecida a los tomadores del seguro en la campaña 2003. En este caso, el análisis de estática comparativa predecía que, independientemente de los valores de las varianzas y covarianzas, ocurría que $\frac{\partial \phi_F^*}{\partial A} > 0$ y $\frac{\partial \phi_I^*}{\partial A} < 0$. Esto se puede comprobar en los resultados originales de la optimización (cuadro A7.2 del Anejo).

7.2.3 Síntesis

Resumiendo, hemos observado que:

- 1- En el caso de que existiese el seguro actual y hubiese facilidad de acceso al mercado de futuros, la subvención es determinante para que exista una acogida al seguro. En el caso de no existir subvención, existe una preferencia por los futuros frente al seguro. Con una subvención semejante a la actual, la balanza se inclina del lado del seguro, ya que éste conlleva una subvención neta positiva.
- 2- La aversión al riesgo puede provocar tanto que aumente como que disminuya la demanda de una herramienta de gestión de riesgo. El aumento o disminución

depende de los costes y riesgo propios, de los costes y riesgos de las herramientas alternativas, y de la capacidad de sustitución de unas por otras o correlación entre ellas.

7.3 Elección óptima en el caso del seguro actual y contrato a plazo con la cooperativa

Veámos en el epígrafe 4.2.1 que, en el caso de un contrato a plazo y un seguro de precios, la elección óptima en el supuesto más general sin restricciones venía dada por las siguientes ecuaciones:

$$\phi_{FC}^* = \frac{N_{FC}V_i + N_I Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{pi}^2]} + 1 \quad (\text{Eq. 7.10} = \text{Eq. 4.14.a})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_IV_p + N_{FC} Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{ip}^2]} \quad (\text{Eq. 7.11} = \text{Eq. 4.15.a})$$

Dado que se trata de una optimización sin restricciones, mantenemos el criterio empleado en el epígrafe anterior. Es decir, mostraremos un resumen de dichos valores de forma que, cuando el resultado de elección óptima sea mayor al 100%, mostraremos la elección óptima como 100%, y en aquellos casos en que el óptimo sea un valor negativo, entenderemos que la elección óptima es cero (0%). Los resultados originales obtenidos de la aplicación directa de las ecuaciones se muestran en el Anejo.

7.3.1 Elección óptima sin subvención

Si no tenemos en cuenta la subvención del seguro, los resultados son los que aparecen en el cuadro 7.16.

Cuadro 7.16 Elección óptima del agricultor “futuros /seguro sin subvención” (%)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N.R.								
ϕ_{FC}	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
$a=0.5$								
ϕ_{FC}	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
$a=2$								
ϕ_{FC}	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
$a=4$								
ϕ_{FC}	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0

N.R. indica aversión al riesgo nula

En el cuadro 7.16 vemos que, en el caso de que no haya subvenciones, existe una clarísima preferencia por el contrato a plazo para todas las provincias y niveles de aversión al riesgo.

7.3.2 Elección óptima en el caso de seguro con la subvención actual y contrato a plazo con la cooperativa

Si tenemos en cuenta la subvención actual del seguro, las elecciones del agricultor para todos los niveles de aversión al riesgo se muestran en el Cuadro 7.17 (resultados originales en el Cuadro A7.4 del Anejo):

Cuadro 7.17 Elección óptima “contrato a plazo /seguro con subvención actual” (%)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N.R.								
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=0.5$								
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=2$								
ϕ_{FC}	1.93	0.00	0.00	0.00	10.05	33.27	2.40	0.00
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=4$								
ϕ_{FC}	50.96	20.63	42.89	49.25	55.02	66.63	51.20	39.43
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100

N.R. indica aversión al riesgo nula

Vemos que la subvención es suficiente para que la balanza se incline del lado contrario. La preferencia por el seguro se debe a que el coste del seguro se transforma en una subvención neta positiva. Sin embargo, conforme aumenta la aversión al riesgo, aumenta la demanda del contrato a plazo. Observamos que la cantidad que elegiría cubrir con alguna herramienta de gestión del riesgo el productor sería mayor al 100% de su producción. Esto se debe a que el seguro no cubre el 100% del riesgo de mercado, cosa que sí hace el contrato a plazo.

Con fines comparativos, indicamos en el cuadro 7.18 las esperanzas matemáticas de los beneficios netos de cada instrumento:

Cuadro 7.18 Beneficios netos esperados de futuros y seguro (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N_{FC}	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	0.000
N_I	-0.006	-0.006	-0.008	-0.008	-0.002	-0.002	-0.002	-0.009
N_I'	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002

Recordamos que los valores del beneficio neto medio del contrato a plazo y del seguro venían dados por estas expresiones:

$$N_{FC} = E(\Pi_{FC}) = p_0 - E_p - R$$

$$N_I = E(\Pi_I) = E_i - E_i - C_I = -C_I$$

$$N_I' = N_I + S_I$$

7.3.3 Síntesis

Recapitulando, hemos observado que:

- 1- En el caso de que existiese el seguro actual y hubiese posibilidad de realizar un contrato a plazo con la cooperativa, la subvención es determinante para que exista una acogida al seguro. En el caso de no existir subvención, existe una preferencia absoluta por el contrato a plazo. Con una subvención semejante a la actual, la balanza se inclina del lado del seguro, ya que este supone una subvención neta positiva.
- 2- En el caso con subvención, la aversión al riesgo hace que aumente la demanda del contrato a plazo en detrimento del seguro subvencionado.

7.4 Elección óptima en el caso de un contrato a plazo y un seguro individual con la transformación de Chavas y Holt (1990)

Calcularemos en el epígrafe 7.4.1 los resultados numéricos de la demanda óptima de un contrato a plazo y un seguro individual por parte de un productor de patata, empleando el método de Chavas y Holt (1990). A fin de comparar estos resultados con los obtenidos por el método de empleo directo de medias y varianzas, empleado en los epígrafes anteriores, calcularemos dichos resultados en el epígrafe 7.4.2. Recordamos que la diferencia entre el cálculo que se realizará en el epígrafe 7.4.2 y el realizado en el epígrafe anterior 7.3, en que también se comparan un seguro y un contrato a plazo, reside en el tipo de seguro: mientras que en el caso anterior nos referíamos a un seguro zonal, basado en un índice, en todo este epígrafe 7.4 estamos hablando de un seguro individual que garantizase los precios realmente percibidos por el agricultor.

7.4.1 Resultados aplicando la transformación de Chavas y Holt (1990)

Veíamos en el epígrafe 4.2.2 que en el caso de un contrato a plazo y un seguro de precios basado en los precios individuales percibidos por el agricultor, la elección óptima en el caso más general sin restricciones venía dada por las siguientes ecuaciones:

$$\phi_{FC}^* = \frac{N_{FC}K - N_I(1 - F(h))}{A q V_p [K - (1 - F(h))^2]} + 1 \quad (\text{Eq. 7.10} = \text{Eq. 4.18})$$

$$\phi_I^* = \frac{N_I - N_{FC}(1 - F(h))}{A q V_p [K - (1 - F(h))^2]} \quad (\text{Eq. 7.11} = \text{Eq. 4.19})$$

Aplicamos dichas ecuaciones a un seguro basado en los precios individuales (precios provinciales por variedades) y que, como explicamos en el epígrafe 6.3, garantizaría un precio del 80% del precio medio o esperado. Los correspondientes valores de $F(h)$, $f(h)$ y K aparecen en el cuadro 6.2. Los costes del seguro los fijaremos similares a los del seguro real, así como la subvención. En el caso del contrato a plazo se asume que el coste del mismo coincide con el coste para la cooperativa obtenido en el epígrafe 7.1.3 (R del cuadro 7.4). Los resultados obtenidos de la elección óptima, también expresando los negativos como cero y los mayores al 100% como 100%, figuran en el cuadro 7.19:

Cuadro 7.19 Elección óptima del agricultor “contrato a plazo /seguro individual sin subvención” (%) para todos los niveles de aversión al riesgo

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC}	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0

Y teniendo en cuenta las subvenciones, observamos en el Cuadro 7.21 que de nuevo la balanza se inclina del lado del seguro. Esto se debe al peso de los beneficios netos de cada instrumento, como se puede observar en el Cuadro 7.20.

Cuadro 7.20 Beneficios netos esperados de futuros y seguro (€/kg)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N_{FC}	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	0.000
N_I	-0.006	-0.006	-0.008	-0.008	-0.002	-0.002	-0.002	-0.009
$N_I' = N_I + S_I$	0.004	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002

Cuadro 7.21 Elección óptima del agricultor “contrato a plazo /seguro individual con subvención actual” (%)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N.R.								
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=0.5$								
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=2$								
ϕ_{FC}	11.9	1.6	10.6	14.5	0	22.1	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=4$								
ϕ_{FC}	55.9	50.8	55.3	57.2	46.2	61.1	48.7	43.0
ϕ_I	100	100	100	100	100	97.1	100	100

N.R. indica aversión al riesgo nula

Observamos que a medida que aumenta la aversión al riesgo, aumenta la importancia relativa del contrato a plazo, de riesgo cero, frente al seguro. De ambos cuadros deducimos que el contrato a plazo es más eficiente como instrumento de reducción del riesgo, y sólo se elige el seguro cuando la subvención hace que los beneficios esperados de la operación sean positivos.

7.4.2 Resultados de la elección óptima en el caso de un contrato a plazo y un seguro individual sin la transformación de Chavas y Holt (1990)

Comparamos los resultados obtenidos con los que se obtienen al aplicar las ecuaciones de optimización en función de las varianzas y covarianzas (Eq. 7.12 = Eq. 4.14.a y Eq. 7.13 = Eq. 4.15.a). A diferencia de la aplicación realizada en el epígrafe 7.3, que empleaba un seguro basado en un índice, semejante al Seguro de Rentas vigente, en este caso consideramos el seguro individual basado en los precios locales percibidos por cada agricultor idéntico al empleado en el epígrafe anterior (7.4.1).

Los parámetros de las indemnizaciones en este caso son resultado de una simulación directa de las indemnizaciones que habrían tenido lugar con este tipo de seguro en el período 1992-2002.

Dado que es una optimización sin restricciones, mantenemos el criterio empleado en epígrafes anteriores de mostrar el 0 % o el 100% cuando los valores obtenidos queden fuera de dicho rango.

Elección óptima sin subvención

Si no tenemos en cuenta la subvención del seguro, los resultados son los que aparecen en el cuadro 7.22.

Cuadro 7.22 Elección óptima del agricultor “contrato a plazo /seguro individual sin subvención” (%) para todos los niveles de aversión al riesgo

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC}	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0

N.R. indica aversión al riesgo nula

Como se puede comprobar comparando con el cuadro 7.19, estos resultados no difieren de los obtenidos con el método de Chavas y Holt (1990).

Elección óptima en el caso de seguro con la subvención actual y contrato a plazo con la cooperativa

Si tenemos en cuenta la subvención actual del seguro, las elecciones del agricultor para todos los niveles de aversión al riesgo se muestran en el Cuadro 7.23 (resultados originales en el Cuadro A7.8 del Anejo):

Cuadro 7.23 Elección óptima “contrato a plazo /seguro individual con subvención actual” (%)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
N.R.								
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=0.5$								
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=2$								
ϕ_{FC}	14.71	0	0	11.86	0.00	26.88	0	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100
$a=4$								
ϕ_{FC}	57.35	34.39	45.52	55.93	27.70	63.44	47.34	0
ϕ_I	100	100	100	100	100	100	100	100

N.R. indica aversión al riesgo nula

Aunque estos resultados no coinciden exactamente con los obtenidos aplicando el método de Chavas y Holt (1990), vemos que son bastante semejantes, sobre todo habida cuenta de que los valores de las variables que obteníamos en el capítulo 6 eran significativamente diferentes (recordemos las observaciones que hacíamos en el epígrafe 6. 5.1 referentes a los valores del cuadro 6.3) .

7.4.3 Síntesis

La aplicación del método de Chavas y Holt (1990) permite afirmar que:

- 1- En el caso de no mediar subvenciones, el contrato a plazo es preferido al seguro individual. El contrato a plazo es más eficiente como instrumento de reducción del riesgo y tiene unos costes menores.
- 2- La subvención neta en el seguro hace que exista una elección del seguro.
- 3- La metodología de Chavas y Holt parece mostrarse como equivalente al cálculo simulado de las medias, varianzas y covarianzas de la función truncada.

7.5 Elección óptima entre el contrato a plazo y el seguro con restricciones

Realizamos la optimización para una subvención $S_{FC} = S_I = 0,003$ €/kg. Analizamos los valores de los puntos críticos, para hallar la solución al problema:

- Si $\lambda = 0$, tenemos cuatro soluciones posibles:

➤ $\phi_{FC} = 0$ y $\phi_I = 0$

➤ $\mu_2 = 0$ y $\phi_{FC} = 0$ Obtenemos $\phi_I = \frac{N_I + S_I}{AqV_i} - \frac{Cov_{pi}}{V_i}$
(Eq. 7.14 = Eq. 4.26)

Los resultados figuran en el cuadro A7.9 del Anejo. Los valores de ϕ_I resultan negativos o mayores que uno, por lo que rechazamos este punto crítico.

➤ $\mu_1 = 0$ y $\phi_I = 0$ Obtenemos $\phi_{FC} = \frac{N_{FC} + S_{FC}}{AqV_p} + 1$
(Eq. 7.15 = Eq. 4.27)

Los resultados figuran en el cuadro A7.10 del Anejo. Los valores de ϕ_{FC} resultan mayores que uno, por lo que rechazamos este punto crítico.

- $\mu_1 = 0$ y $\mu_2 = 0$. Los óptimos coinciden con los del caso sin restricciones, y vienen dados por las ecuaciones 7.3 y 7.4:

$$\phi_{FC}^* = \frac{(N_{FC} + S_{FC})V_i + (N_I + S_I)Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{pi}^2]} + 1 \quad (\text{Eq. 7.3} = \text{Eq. 4.28})$$

$$\phi_I^* = \frac{(N_I + S_I)V_p + (N_{FC} + S_{FC})Cov_{pi}}{Aq[V_iV_p - Cov_{ip}^2]} \quad (\text{Eq. 7.4} = \text{Eq. 4.29})$$

Los resultados figuran en el cuadro A7.11 del Anejo. Como no se cumple que $0 \leq \phi_{FC}^* + \phi_I^* \leq 1$, y mayores que cero, ninguno de los puntos críticos vistos hasta ahora es solución.

• Si $\lambda > 0$, se agota la restricción: $\phi_{FC} + \phi_I = 1$. Tenemos tres soluciones posibles:

- $\phi_{FC} = 0$ y $\phi_I = 0$. Esta solución no es posible.
- $\mu_2 = 0$ y $\phi_{FC} = 0$. Obtenemos $\phi_I = 1$ (100%). Puede ser solución (Cuadro A7.12)
- $\mu_1 = 0$ y $\phi_I = 0$. Obtenemos $\phi_{FC} = 1$ (100%). Puede ser solución (Cuadro A7.13)
- $\mu_1 = 0$ y $\mu_2 = 0$. Cuando se agota la restricción $\phi_{FC} + \phi_I - 1 = 0$, los óptimos son:

$$\phi_{FC}^* = \frac{(N_{FC} + S_{FC}) - (N_I + S_I)}{Aq[V_p + V_i + 2Cov_{pi}]} + 1 \quad (\text{Eq. 7.16} = \text{Eq. 4.30})$$

$$\phi_I^* = \frac{(N_I + S_I) - (N_{FC} + S_{FC})}{Aq[V_p + V_i + 2Cov_{pi}]} \quad (\text{Eq. 7.17} = \text{Eq. 4.31})$$

$$\lambda = \frac{q[(N_{FC} + S_{FC})(V_i + Cov_{pi}) + (N_I + S_I)(V_p + Cov_{pi})]}{V_p + V_i + 2Cov_{pi}} \quad (\text{Eq. 7.18} = \text{Eq. 4.32})$$

Los resultados, que figuran en el cuadro A7.14 no cumplen la restricción de ser mayores que cero, por lo que deducimos que no es este punto crítico la solución óptima. La solución óptima, por tanto, será uno de los puntos críticos que hemos visto que podían ser solución, $(\mu_2 = 0, \phi_{FC} = 0, \phi_I = 1)$ y $(\mu_1 = 0, \phi_I = 0, \phi_{FC} = 1)$.

Calculando el equivalente cierto para ambos (ver cuadros A7.17 y A7.18) comprobamos que la solución óptima es la segunda, que mostramos en el cuadro 7.32.

Cuadro 7.32 Solución óptima “contrato a plazo/seguro” con restricciones y con subvención $S_{FC}=S_I=0,003$

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC} (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
ϕ_I (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

El valor de la variable dual λ asociada a la restricción $\phi_{FC} + \phi_I \leq 1$, en este punto crítico viene dado por $\lambda = q(N_{FC} + S_{FC})$ (obtenido a partir de las ecuaciones Eq. 4.24 y Eq. 4.25). λ representa la ganancia marginal de poder contratar una unidad más, en realidad el 100 % más de la producción. Los valores de λ en este caso son:

Cuadro 7.33 Valores de λ para el caso de “contrato a plazo /seguro” con subvención única $S_{FC}=S_I=0,003$

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León R.Pontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
λ (€)	3036.65	2896.79	2418.81	2991.17	2266.10	2296.96	1537.35	3317.82

Si la cantidad máxima que se puede contratar entre ambos instrumentos se aumentase en un 1%, es decir, fuese el 101% de la producción en lugar del 100% ($\phi_{FC} + \phi_I \leq 1,01$), la ganancia en equivalente cierto para la Marfona de Burgos sería de aproximadamente $\frac{3036}{100} \approx 30$ €.

En síntesis, a igualdad de subvenciones entre el seguro y el contrato a plazo, se elegiría siempre cobertura total con el contrato a plazo, renunciándose a la subvención disponible para el seguro.

7.6 Simulación

Como se explicó en el capítulo 6, se simulan tres supuestos:

1. Un seguro de precios sin subvención y contrato a plazo (E-1). Este escenario nos permite la comparación con una situación de no intervención pública, en que únicamente la iniciativa privada y la demanda de los propios agricultores interviniesen en la gestión de los riesgos.
2. Un seguro de precios subvencionado (E-2)
3. La posibilidad de contratar a plazo y un seguro de precios, sólo éste con subvención (E-3),

Los tres supuestos se comparan con una situación en que no hay herramientas de gestión del riesgo ni subvenciones (Escenario “E-0” o de referencia). La comparación con este escenario de referencia nos permite apreciar el efecto absoluto de las herramientas de gestión de riesgo, así como el de las subvenciones, sobre la economía y el bienestar de los agricultores.

Para cada uno de los supuestos se ha realizado la correspondiente optimización conforme a los resultados del modelo teórico. A partir de los valores de elección óptima resultantes se han obtenido, mediante las metodologías de simulación descritas en el capítulo 6, los resultados que analizamos a continuación.

7.6.1 Resultados de la simulación Monte-Carlo

Cuando existen dos instrumentos de gestión del riesgo, como ya vimos en los resultados de la optimización, si no hay subvención (E-1), el contrato a plazo siempre es el instrumento preferido frente al seguro. Observamos en el cuadro 3.4 los resultados de la simulación de este supuesto E-1. En las primeras cuatro filas figuran los

resultados del escenario de comparación o de referencia (E-0), es decir, la acogida a cada instrumento, que en este caso sería cero, la riqueza esperada y el equivalente cierto cuando no hay ni seguro ni contrato a plazo. En las últimas filas se muestran los resultados del escenario en cuestión, que se indican con el subíndice al final de cada símbolo. Vemos cómo la contratación a plazo hace que disminuya la riqueza esperada $E(W)$, aumente el equivalente cierto, CE , y reduce el riesgo a cero ($E(W)_1=CE_1$).

Cuadro 7.34 Simulación E-1: Contrato a plazo /seguro sin subvenciones ($a=0,5$)¹⁶ (€)

$a=0.5$	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473112	478404	499327	488997	469753	475896	475781	465041
CE_0	470907	476063	496611	486305	468499	474284	474309	463551
ϕ_{FC1}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ϕ_{I1}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_1$	472556	477700	498130	488393	468426	474595	473716	464757
CE_1	472555	477700	498130	488393	468426	474594	473716	464756

En el caso en que sólo se ofreciese un seguro subvencionado (Escenario E-2), caso semejante al actual, los resultados de la optimización indican que sólo existiría acogida al mismo en Valladolid. En el cuadro 7.35 se muestran dichos resultados. En la primera fila se indica el valor de la subvención al seguro empleada en la simulación.

¹⁶ Empleamos el subíndice 0 para el caso de referencia en que no existe ninguna herramienta de gestión de riesgo, ni seguro ni contrato a plazo. Denominamos S a la subvención unitaria (€/kg); $E(W)$ a la esperanza matemática de la riqueza (€); CE al Equivalente cierto (€); GE al Gasto total del Estado (€); y EE al ratio de eficiencia del dinero empleado en la subvención, en términos de incremento de equivalente cierto (respecto a EC_0) por 100 euros gastados por el estado (en %)

Cuadro 7.35 Simulación E-2: Seguro subvencionado ($\alpha = 0,5$)

$\alpha = 0.5$	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473112	478404	499327	488997	469753	475896	475781	465041
CE_0	470907	476063	496611	486305	468499	474284	474309	463551
ϕ_{I2}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_2$	473112	478404	499327	488997	470098	476241	476126	465041
CE_2	470907	476063	496611	486305	469078	474882	474915	463551
GE_2	0	0	0	0	3600	3600	3600	0
EE_2	-	-	-	-	16.1%	16.6%	16.8%	-

Cuando existen dos instrumentos de gestión del riesgo, si no hay subvención, el contrato a plazo siempre es el instrumento preferido frente al seguro, como hemos visto en la simulación del escenario E-1. Sin embargo, la subvención en algunas ocasiones hace que se modifique este óptimo. Mostramos en los cuadros 7.36 y 7.37 los resultados para el caso en que se subvenciona únicamente el seguro (Escenario E-3). Vemos aquí que las subvenciones conducen a que en la provincia de Valladolid, y sólo en ella, sí existirá una demanda del seguro. Esto demuestra que puede haber notables diferencias de unas provincias a otras, en función de los riesgos a que están sometidos los precios en cada una de ellas.

Cuadro 7.36 Simulación E-3: contrato a plazo /seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($a=0,5$) (€)

$a=0.5$	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473112	478404	499327	488997	469753	475896	475781	465041
CE_0	470907	476063	496611	486305	468499	474284	474309	463551
ϕ_{FC3}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
ϕ_{I3}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_3$	472556	477700	498130	488393	470098	476241	476126	464757
CE_3	472555	477700	498130	488393	469078	474882	474915	464756
GE_3	0	0	0	0	3600	3600	3600	0
EE_3	-	-	-	-	16.1%	16.6%	16.8%	-

Presentamos a continuación (Cuadro 7.37) los resultados para una aversión al riesgo mayor ($a=2$).

Cuadro 7.37 Simulación E-3: Contrato a plazo / seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($a=2$) (€)

$a=2$	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473112	478404	499327	488997	469753	475896	475781	465041
CE_0	464795	469576	489055	478861	464910	469713	470116	459337
ϕ_{FC3}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	79.3%	86.1%	76.7%	100.0%
ϕ_{I3}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20.7%	13.9%	23.3%	0.0%
$E(W)_3$	472556	477700	498130	488393	468772	474823	474278	464757
CE_3	472555	477700	498130	488393	468592	474714	474006	464757
GE_3	0	0	0	0	746	499	839	0
EE_3	-	-	-	-	493.8%	1002.8%	463.5%	-
EE_{seg}	-	-	-	-	14.5%	13.5%	16.4%	-

Observamos que los resultados de la elección óptima difieren de los obtenidos en la optimización con la restricción de que la cantidad total cubierta no supere el 100% de la producción, que figuran en el cuadro 7.32 del epígrafe 7.5. Ello se debe a que en ese caso ambos instrumentos percibían la subvención, mientras que en este caso sólo el seguro la percibe. Por ello, allí el favorito era el contrato a plazo, mientras que aquí también tiene cabida el seguro.

También difieren los resultados de los obtenidos en la optimización del contrato a plazo y seguro con subvención actual (Cuadro 7.17 del epígrafe 7.3.2). La elección se decanta por el contrato a plazo en lugar de por el seguro en todas las provincias menos en Valladolid. Esto se debe a que aquí hemos tenido en cuenta una subvención de 0,003 €/kg, mientras que las subvenciones reales son muy superiores en todas las provincias, y sólo un poco mayores en Valladolid (cuadro 6.5 del epígrafe 6.5.2). Esto es también la razón por la que, en Valladolid, la alta aversión al riesgo ($a=2$) hace que disminuya la contratación del seguro, cosa que no ocurría en el caso sin restricciones (Cuadro 7.17).

La coexistencia del contrato a plazo con el seguro para $a=2$ (Cuadro 7.37), en Valladolid, provoca que se obtengan resultados de eficiencia del gasto extremadamente altos. Estos incluyen el efecto del contrato a plazo, que no tiene subvención. Por ello, indicamos en la última línea el incremento de equivalente cierto debido únicamente al seguro, expresado en porcentaje de incremento de equivalente cierto sobre el gasto público.

Para calcular este incremento se ha realizado la simulación del contrato a plazo y seguro considerando que la contratación del seguro fuese nula, obteniéndose así el incremento de equivalente cierto debido únicamente al contrato a plazo. El incremento de equivalente cierto debido al seguro se ha calculado como diferencia. Vemos que la mayor parte del incremento del bienestar se debe al contrato a plazo. La magnitud de este resultado confirma el obtenido para el caso de que sólo interviniese el seguro (E-2, cuadro 7.35).

Se demuestra que el nivel de aversión al riesgo influye en los resultados. Esto lo podemos observar comparando el cuadro 7.36 con el cuadro 7.37, en que mostramos los mismos resultados para una aversión al riesgo mayor ($\alpha=2$).

En el caso de que no existan subvenciones (E-I), se verifica que todos los resultados son independientes del grado de aversión al riesgo, ya que esta situación no permite mucho juego: se elige inequívocamente el 100% de protección con el contrato a plazo. Sin embargo, cuando intervienen las subvenciones las elecciones óptimas varían con la aversión al riesgo. Como consecuencia de ello, también lo hacen la riqueza esperada y el equivalente cierto, que son mayores para el caso de menor aversión al riesgo. Este resultado es coherente con la teoría: una menor aversión al riesgo permite optar por estrategias más arriesgadas pero al mismo tiempo más remuneradoras.

La distribución de la riqueza en cada uno de los casos la podemos apreciar gráficamente mediante la función de distribución de probabilidad acumulada. Se muestra para las provincias de Valladolid y La Rioja, en los gráficos 7.2 a 7.5 para la aversión al riesgo relativa de 0,5 y en los gráficos 7.6 a 7.9 para la aversión al riesgo relativa de 2.

Gráfico 7.2 Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Jaerla ($\alpha = 0,5$)

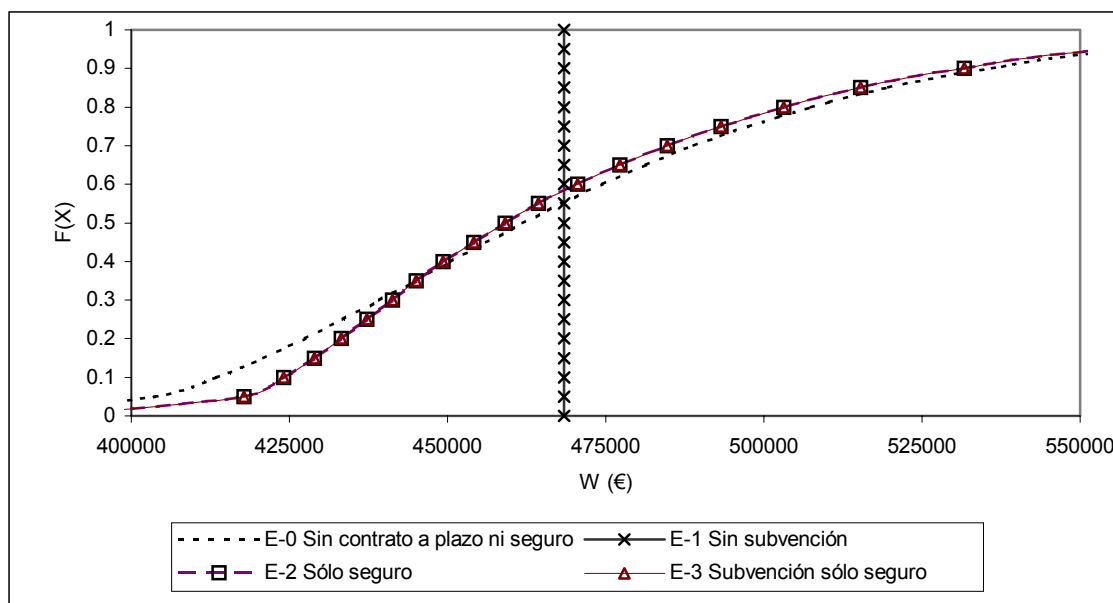


Gráfico 7.3 Función de Distribución Probabilidad Acumulada Valladolid-Marfona ($\alpha = 0,5$)

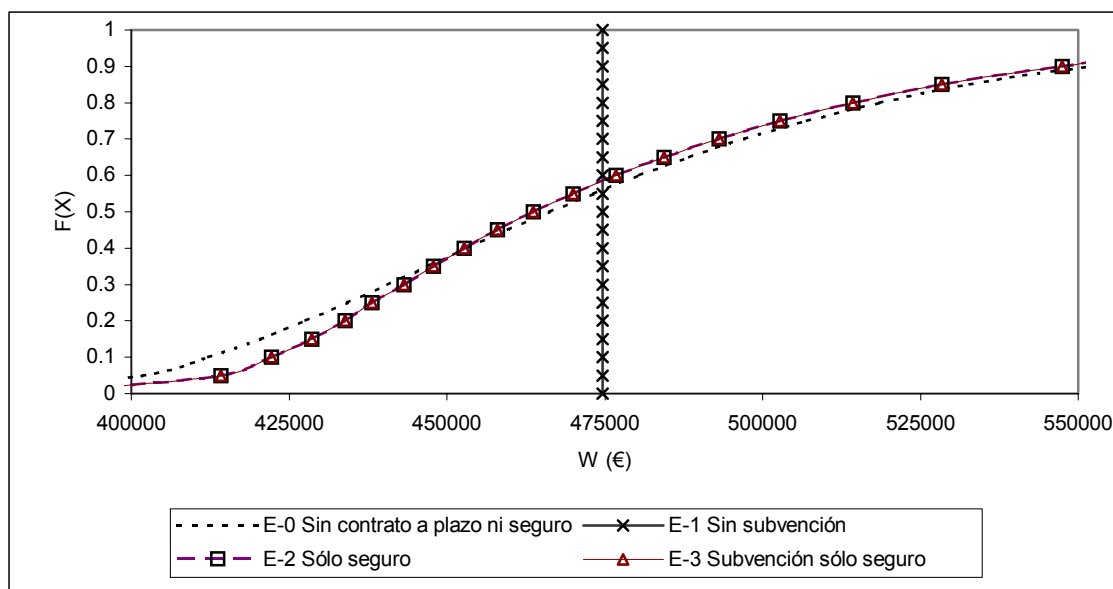


Gráfico 7.4 Función de Distribución Probabilidad Acumulada Valladolid-Desirée ($\alpha = 0,5$)

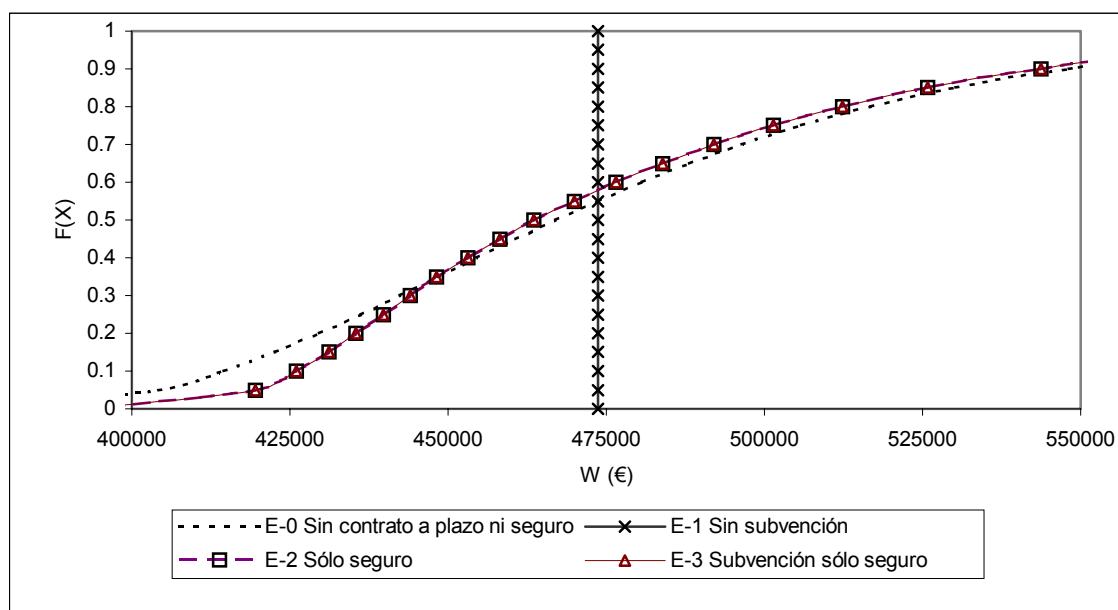


Gráfico 7.5 Función de Distribución de Probabilidad Acumulada La Rioja-Tardía ($\alpha = 0,5$)

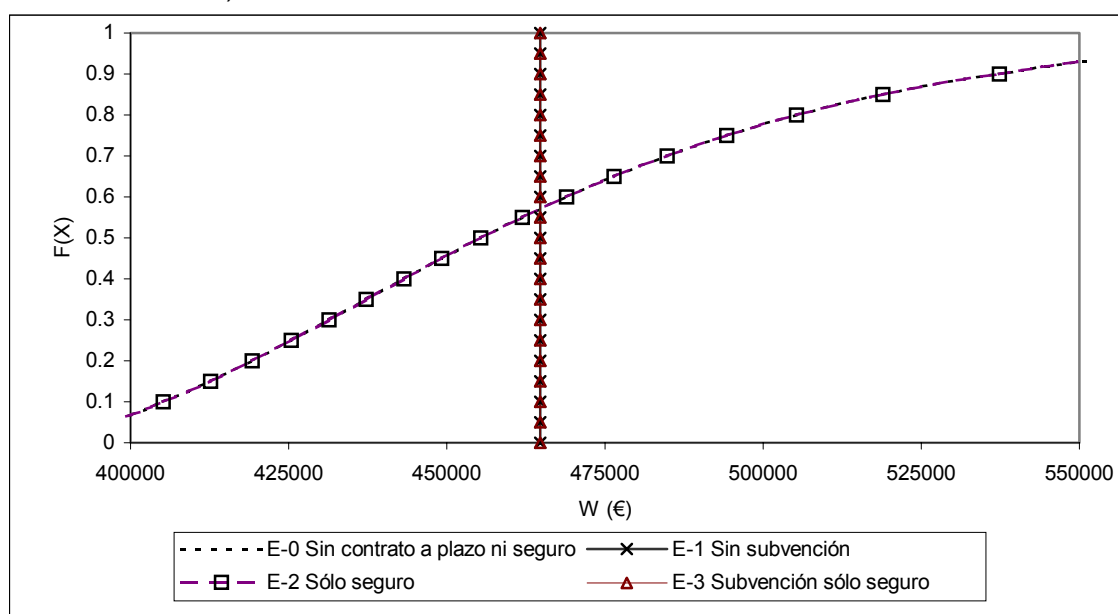


Gráfico 7.6 Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Jaerla ($a = 2$)

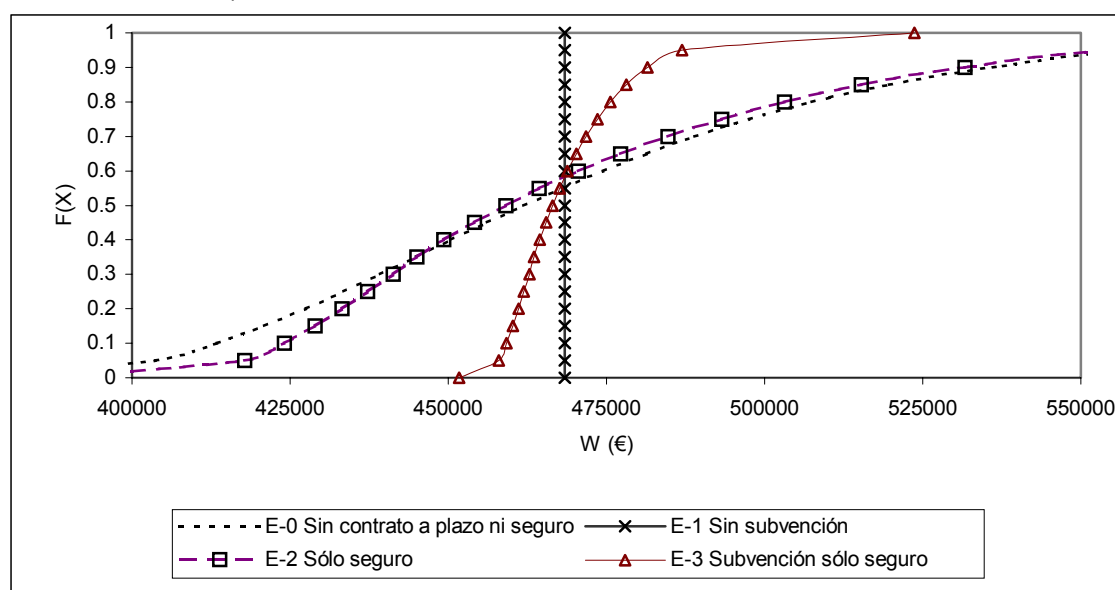


Gráfico 7.7 Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Marfona ($a = 2$)

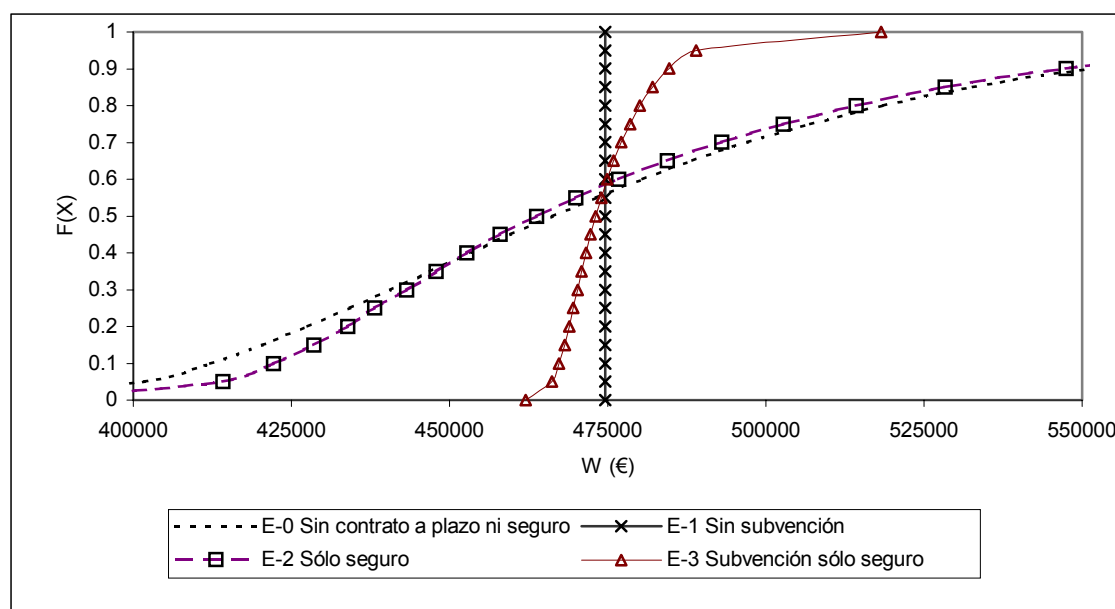


Gráfico 7.8 Función de Distribución de Probabilidad Acumulada Valladolid-Desirée ($\alpha = 2$)

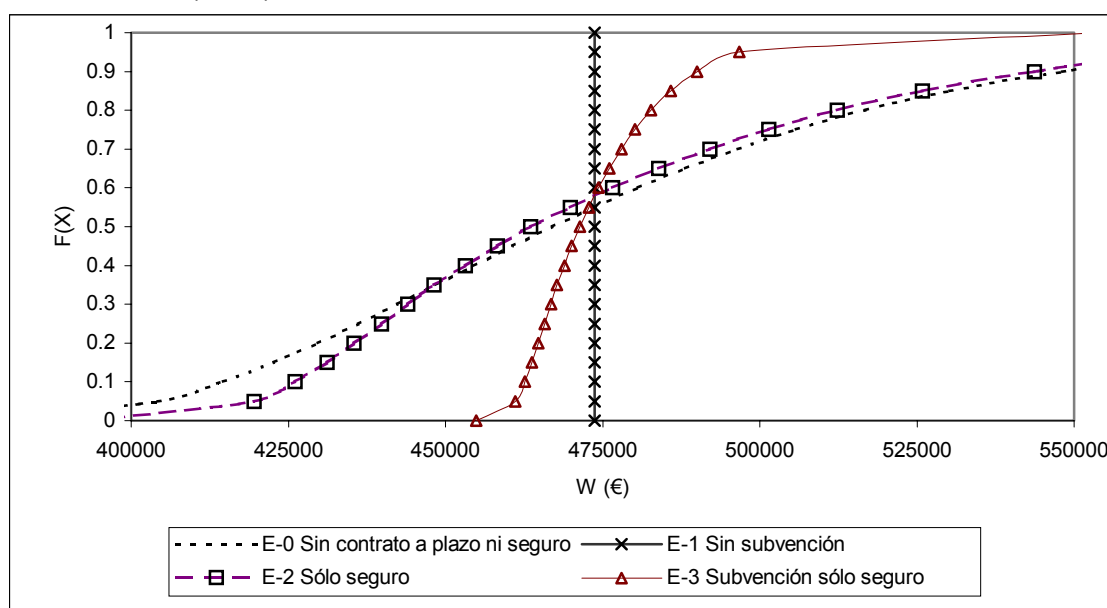
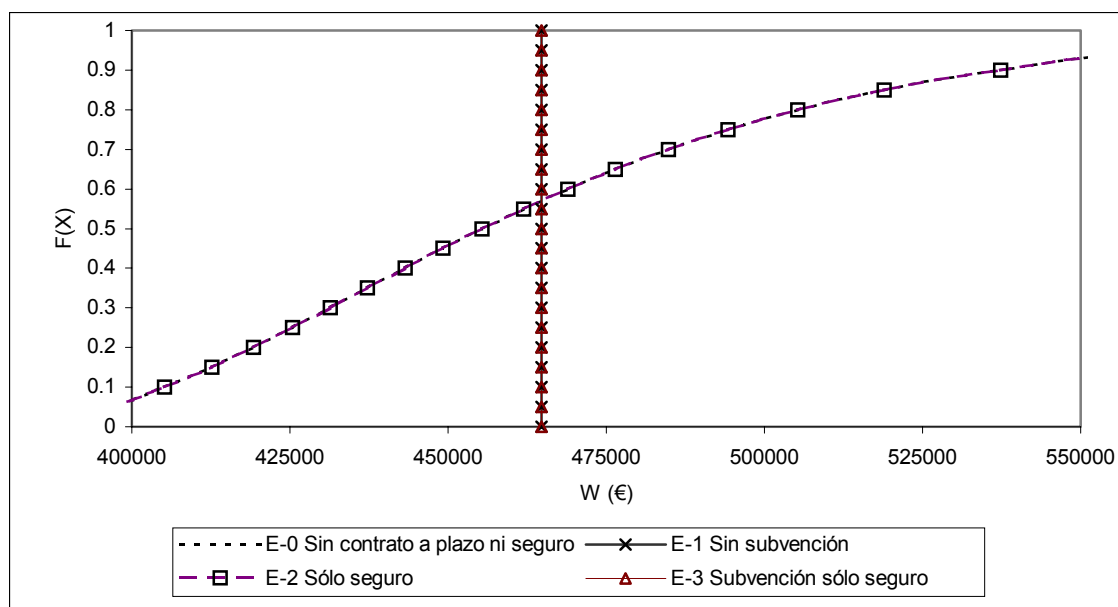


Gráfico 7.9 Función de Distribución de Probabilidad Acumulada La Rioja-Tardía ($\alpha = 2$)



En todos los gráficos se observa una línea recta vertical correspondiente al riesgo cero derivado de una elección 100% de contrato a plazo. Resulta de interés ver las relaciones de dominancia estocástica (Hardaker et al., 1997). Vemos que no existe dominancia de primer orden en ninguno de los casos. La dominancia de segundo orden está relacionada con la aversión al riesgo, teniendo que existir una aversión al riesgo para que exista dicha dominancia estocástica. Las políticas E-1, E-2 y E-3 presentan dominancia de segundo orden sobre la de referencia E-0. *“Bajo este criterio, las distribuciones de resultados se comparan basándose en las áreas bajo sus funciones de distribución acumuladas”* (Hardaker et al., 1997 p.147). Podemos comprobar, por ejemplo en el gráfico 7.6, que la dominancia se produce en el orden E-3>E-1>E-2>E-0 (se aprecia muy claramente esta última).

Si comparamos los gráficos correspondientes a niveles de aversión al riesgo distintos vemos que, en general, para la aversión al riesgo baja hay una riqueza mayor pero también una mayor dispersión de los resultados.

Observamos comparando las curvas E-2 de sólo seguro y la del escenario de referencia “sin seguro ni contrato a plazo” (E-0), (véanse cualquiera de los gráficos de Valladolid, en que la contratación del seguro es del 100%) que el seguro no elimina totalmente la probabilidad de valores relativamente bajos de renta, aunque sí disminuye la misma. Esto se debe a que la simulación se ha realizado teniendo en cuenta el riesgo básico asociado al seguro: se han simulado de forma separada, aunque teniendo en cuenta la correlación, los precios índices del seguro y los precios percibidos por los agricultores. Como dichos precios no coinciden, los agricultores pueden no tener totalmente cubiertas sus pérdidas.

7.6.2 Simulación Media-Varianza

Los resultados anteriores corresponden a simulaciones que se han realizado mediante generación Monte Carlo de números aleatorios de acuerdo con las funciones de distribución halladas para las variables, y mediante el empleo de una función de utilidad de aversión relativa constante y absoluta decreciente. Si en lugar de esta metodología aplicásemos la empleada en el estudio analítico, es decir, cálculo del equivalente cierto mediante su expresión media-varianza, con aversión absoluta constante, obtenemos los resultados que aparecen en el Anejo (cuadros A7.9 a A7.14). Podemos comprobar que estos resultados son en general muy similares a los anteriores, aunque no coincidentes en todos los casos.

Hay que destacar un valor concreto en que se aprecia que la divergencia de resultados de ambas metodologías es trascendental. En el cuadro 7.38 observamos una eficiencia en el gasto negativa (-77.2%) para el par Burgos Desirée. En realidad se debe a que para esta simulación, asegurar el 25,9 % de la producción no sería el óptimo. Como las elecciones óptimas se han calculado de acuerdo con la metodología del equivalente cierto Media-Varianza, en los resultados de la simulación con este método sí debería salir positiva. Y así es, como se puede comprobar en el cuadro 7.39 (Cuadro A7.14 del Anejo), en que dicho resultado de eficiencia del gasto sí es mayor que cero (4,2 %). Vemos que este porcentaje es muy bajo, lo cual indica que una pequeña variación del coeficiente de eficiencia del gasto va asociado a una variación de la elección óptima significativa (0,26). A la vista de estos resultados nos aventuraríamos a indicar que aquellos resultados de elección óptima que no sean solución esquina (0% ó 100%) deberían tomarse con cautela o reservas, ya que dependiendo de la metodología empleada podrían resultar opuestos.

Cuadro 7.38 Simulación E-2: únicamente se ofrece un seguro subvencionado ($a=2$) (€)

a=2	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_i (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473112	478404	499327	488997	469753	475896	475781	465041
CE_0	464795	469576	489055	478861	464910	469713	470116	459337
ϕ_{I2}	0.0%	25.9%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_2$	473112	477063	499327	488997	470098	476241	476126	465041
CE_2	464795	468855	489055	478861	466209	471086	471529	459337
GE_2	0	933	0	0	3600	3600	3600	0
EE_2	-	-77.2%	-	-	36.1%	38.2%	39.2%	-

Cuadro 7.39 Simulación Media-Varianza E-2: únicamente se ofrece un seguro subvencionado ($a=2$) (€)

a=2	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_i (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	460166	466817	484345	474044	463654	467290	468420	459458
ϕ_{I2}	0.0%	25.9%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_2$	473119	477473	499311	489001	470462	476599	476480	465039
CE_2	460166	466857	484345	474044	465546	469363	470551	459458
GE_2	0	933	0	0	3600	3600	3600	0
EE_2	-	4.2%	-	-	52.6%	57.6%	59.2%	-

Buscando la razón de esta diferencia, hemos observado que ésta se halla en las indemnizaciones del seguro. En el método media-varianza la esperanza matemática de las indemnizaciones coincide con la prima. En el caso de la simulación Monte Carlo, las indemnizaciones esperadas son menores que la prima. Además, la reducción del riesgo con este método es menor. De ello deducimos que la forma de las funciones de distribución influye significativamente en los resultados.

7.6.3 Síntesis

Tras la realización de las simulaciones, podemos subrayar que:

- 1- Se comprueba que una mayor posibilidad de elección por la existencia de mayor diversidad de herramientas disponibles, conlleva un equivalente cierto mayor, y por tanto proporciona mayor utilidad a los productores.
- 2- Se verifica que cuanto menor es la aversión al riesgo, se eligen estrategias más arriesgadas pero más remuneradoras.
- 3- Existen diferencias significativas entre provincias. Los resultados de acogida al seguro coinciden con la realidad al menos en que Valladolid es la provincia con mayor acogida al seguro actual (en la campaña 2003).
- 4- Desde el punto de vista metodológico, podemos concluir que el método Media-Varianza con CARA no es enteramente equiparable a una simulación basada en las funciones de distribución con DARA y CRRA. Aunque los resultados se aproximan en la mayor parte de los casos, hay que establecer cautelas en aquellos casos en que las elecciones no están claramente definidas por valores extremos.
- 5- La optimización con restricciones en algunos casos sí proporciona resultados que difieren de los de optimizar sin restricciones y luego aproximar según las restricciones. Es el caso de la optimización realizada para el escenario 3 de la simulación, para $a=2$. En Valladolid el resultado general sin restricciones apuntaba a una preferencia por el seguro frente al contrato a plazo, pero excediendo la cantidad contratada de seguro la restricción. Al aplicar la restricción, la cantidad óptima de contrato a plazo resulta mayor que la de seguro.

Capítulo 8: Conclusiones

El punto de arranque de esta tesis ha sido la constatación de dos realidades de importancia para muchas explotaciones agrarias. La primera, presente en muchos subsectores productivos, es el elevado riesgo de mercado que deben soportar los agricultores. El subsector de la patata tardía y de media estación constituye un claro ejemplo, pero indudablemente no es el único. El excesivo riesgo de precios es una preocupación constante entre los agricultores de muchos países, lo cual ha sido y sigue refrendándose en los estudios sobre percepción de riesgos y en numerosos foros y medios de comunicación. La otra realidad consiste en la emergente importancia de nuevos instrumentos de gestión de riesgos de precios, algunos de los cuales, como el seguro de rentas de patata, ya están disponibles para productores de cinco provincias españolas desde 2003. Los mercados de futuros, los contratos de venta a plazo, o la comercialización a través de cooperativas u otras entidades asociativas, son instrumentos de gestión de riesgos de mercado que nunca faltan en los manuales y en la literatura divulgativa (Hardaker et al. 1997; Harwood et al. 1999; Anderson, 2002).

Posiblemente, la motivación que ha animado esta investigación es la oportunidad de analizar rigurosamente dos cuestiones surgidas tras una observación más deductiva que inductiva de las realidades que apuntábamos anteriormente. La primera tiene que ver con la indagación y la caracterización, mediante modelos formales, de la elección óptima entre instrumentos desde la óptica de un productor con una cierta aversión al riesgo. ¿Qué factores habría de tener en cuenta? ¿Cuál es el cálculo que debería hacer si se presume en él una cierta capacidad para decidir racionalmente? En el caso del seguro, y la presencia de primas más o menos subvencionadas, ¿qué incidencia tienen las subvenciones en su elección óptima? Con la debida modestia, creemos que este trabajo ha logrado responder estas preguntas con resultados generales que son de aplicación en muchos más supuestos empíricos de los que el sector de la patata ha proporcionado como ilustración en esta tesis.

La segunda cuestión parte de lo poco plausible que resulta que un agricultor se decida a operar a título individual en un mercado de futuros, y del importante papel que desempeñan las cooperativas y otras entidades asociativas en la comercialización de productos con alta variabilidad de precios. Si una de sus funciones es intentar lograr buenas condiciones de venta para sus socios, nos hemos preguntado si no podrían ir un poco más allá y comprometer unos precios prefijados de antemano. Sin duda esto tendría importantes beneficios para los socios que ya podrían olvidarse del riesgo de precios y concentrar sus esfuerzos en mejorar la calidad y reducir los costes, al tiempo que supone una importante asunción de riesgos por parte de la cooperativa. De inmediato surge la opción de cubrirlos en un mercado de futuros, habida cuenta de que si es una cooperativa quien opera en él los costes unitarios de hacerlo serán menores, la cualificación de sus técnicos puede ser reforzada fácilmente para que lo hagan a conciencia, y su infraestructura podría ser suficiente.

La tesis ha desbrozado este camino para toparse con más dificultades de las previstas, como da fe el capítulo 6 de la tesis, y ha encontrado que el mercado de futuros no es el mejor resorte para una cooperativa de patata que eche sobre sus hombros la gestión de todo el riesgo de la variabilidad de los precios. Otras alternativas, como el acceso al crédito, se revelan como mejores estrategias, lo cual permitió en todo caso evaluar el coste global que en forma de recargo debería imputar la cooperativa a sus socios por comprometerse con la suscripción de un contrato de compra a plazo.

Estos avances proporcionan la base para todo el desarrollo empírico de la tesis centrado en el sector de la patata tardía y de media estación. Cada instrumento posible de entre los cuales el productor puede elegir tiene un coste que se ha tratado de evaluar con rigor y representatividad. Los resultados teóricos son revestidos del realismo que permite una aplicación que ha tenido la vocación de no omitir nada que no fuera importante. Finalmente, la acción pública en forma del ofertado seguro de rentas y, muy especialmente, la subvención de las primas, cobra aquí su crucial protagonismo como se expresa en las conclusiones específicas del trabajo.

Por el contenido de la tesis, las conclusiones deben necesariamente atender tanto a cuestiones teóricas y metodológicas, como a cuestiones empíricas y, lógicamente, de política agraria. Como es natural, la tesis abrió muchas más líneas de trabajo e ideas de las que se pudieron investigar en profundidad. Por lo tanto, al final del capítulo se especula sobre algunas de ellas que darían continuidad a un programa de investigación que la economía agraria española ha frecuentado muy esporádicamente.

8.1 Conclusiones teóricas

Asumiendo que los agricultores son aversos o renuentes al riesgo, la elección de los instrumentos que proporcionan mejor protección contra el riesgo de precios depende de tres factores fundamentales. El primero es el grado de aversión al riesgo, o la disposición a sacrificar una parte de los beneficios esperados a cambio de una menor dispersión de los mismos. Estamos, por tanto, ante un elemento subjetivo sobre el cual la teoría económica no conduce a la formulación de hipótesis refutables. No olvidemos que las preferencias de los individuos son ‘axiomas’ teóricos y no supuestos, por lo que no son directamente testables. El razonamiento, por tanto, iría en la idea de que si los productores son *aversos al riesgo*, el grado con que lo son determina qué instrumentos serán preferidos.

En segundo lugar figuran los costes reales asociados al uso de cada instrumento, es decir, las pérdidas o ganancias medias que supongan. Aquí influye directamente la forma y la intensidad con que el Estado favorece uno u otro instrumento, mediante subvenciones u otros tipos de ayuda.

Finalmente, la elección del instrumento depende del beneficio de reducción de riesgo que supone operar con cada instrumento. Hablamos aquí de las varianzas y covarianzas de los resultados que se pueden obtener al operar en un mercado de futuros, al contratar un seguro de precios o al suscribir un contrato de venta a plazo.

Pues bien, el análisis teórico da como resultado que, empleando una función de utilidad de tipo media-varianza con aversión absoluta al riesgo constante, la expresión de la elección óptima entre dos instrumentos tiene dos sumandos, uno que caracteriza la elección óptima basada únicamente en la capacidad de reducir el riesgo de los instrumentos, y un segundo sumando en el que intervienen la aversión al riesgo y los costes o beneficios esperados de operar con dichos instrumentos, además de otros elementos influyentes en el riesgo.

Cabe señalar que los costes derivados de operar con cada instrumento, así como las subvenciones si las hubiere, no son factores despreciables en la realidad. Esto nos lleva a subrayar que, por el hecho de que siempre existen costes o beneficios medios derivados del empleo de una herramienta de gestión del riesgo, la demanda óptima de la misma siempre va a depender de la aversión al riesgo, aunque se emplee la maximización de la media-varianza.

Concretando las conclusiones más relevantes del análisis en lo referente a las características relacionadas con el riesgo de los distintos instrumentos, podemos afirmar que:

- La aversión al riesgo no siempre va a tener una influencia positiva en la elección de un instrumento. Según sea la combinación de los otros factores (costes esperados, así como varianzas y covarianzas) se ha visto que una mayor aversión al riesgo puede tanto aumentar como disminuir la cantidad contratada óptima de un instrumento de gestión del riesgo. Del mismo modo, cuando existen dos instrumentos disponibles, una mayor aversión al riesgo puede, en principio, favorecer el uso de los dos instrumentos alternativos, favorecer uno en detrimento del otro – y viceversa –, o puede reducir el interés por ambos. Si bien este resultado puede originar una cierta frustración, dado lo dependiente que resulta del valor de los parámetros relevantes, cobra gran interés al asignar valores reales a dichos parámetros.

- La elección óptima cuando existen dos instrumentos de gestión del riesgo 1 y 2, existiendo en ambos riesgo básico, depende no sólo de la covarianza de los precios locales con cada uno de ellos (Cov_{p1} y Cov_{p2}), sino también de la covarianza de las variables asociadas a dichos instrumentos entre sí (Cov_{12}).
- La elección óptima entre dos instrumentos cuando existe en ambos riesgo básico también es aplicable al caso en que alguno de ellos es una función truncada, como se puede deducir de los resultados teóricos de la optimización empleando la transformación de Chavas y Holt (1990).

En el ámbito de lo teórico, se ha investigado también el papel de la cooperativa como oferente de contratos de venta a plazo a sus miembros y los recargos que habría de cargarles por retener el considerable riesgo que supone un contrato de venta a precio prefijado. Aquí es donde, en principio, el mercado de futuros podría emplearse como complemento del contrato a plazo. Efectivamente, la cooperativa podría ofrecer ‘comprar’ a un precio fijo a sus miembros y acudir al mercado de futuros para protegerse contra el riesgo de caída de sus precios de venta, logrando con ello reducir el recargo que habría que imputar a sus socios por el riesgo asumido. Se demuestra que el recargo va a depender decisivamente del riesgo básico y de los costes de operar en el mercado de futuros. Las condiciones que definen estos recargos teóricos tienen, en nuestra opinión, virtualidad en otros contextos inspirados por modalidades parecidas de transferencia de riesgos.

8.2. Conclusiones que se derivan del análisis empírico

Evidentemente, tantos mercados, instrumentos y resultados teóricos dependientes de supuestos y parámetros traen consigo una carga considerable de cuestiones metodológicas, a poco que uno persiga aplicar la teoría a contextos reales.

Mucho se ha andado en esta tesis para recabar precios, analizarlos de acuerdo a estrategias coherentes y obtener medidas de todos los parámetros que determinan la eficacia de cada instrumento y su ordenación bajo la óptica del agricultor y de su entidad asociativa. La tesis aquí no da lugar a conclusiones relevantes si bien, modestamente, se proporciona una guía procedimental que posiblemente sea válida en otros estudios similares. Al no tratarse genuinamente de una conclusión metodológica, la mencionamos aquí para utilidad del lector que no haya leído el capítulo 6.

Siguiendo el orden en que se presentaron los resultados empíricos en el Capítulo 7, las conclusiones más relevantes atenderán, en primer lugar, a los resultados de la cooperativa desempeñando su función de oferente de contratos de compra a plazo a sus socios. En segundo lugar, formularemos algunas conclusiones relativas a la elección óptima de los productores entre instrumentos posibles, incidiendo en el efecto que tiene la subvención al seguro de rentas de la patata. Y, por último, se expondrán algunas conclusiones, desde el punto de vista de implicaciones metodológicas, que se derivan de los resultados obtenidos a partir de los ejercicios de simulación.

8.2.1. Conclusiones sobre el papel y las estrategias de la cooperativa

Ya dijimos que una hipótesis de partida de este trabajo es que una entidad asociativa, como son las cooperativas, puede comprometerse a comprar toda la producción de sus socios a un precio preestablecido. Dos cosas derivan de esta hipótesis. Una, que a los ojos de un productor la oferta tendría un cierto interés por cuanto trasladaría a la cooperativa todo el riesgo ligado a la variabilidad de precios en la campaña. La segunda es que ese riesgo no es despreciable y, al no ser la cooperativa más que una unión formal de la voluntad de sus socios, la cooperativa debe a su vez buscar la forma de gestionar el riesgo asumido.

Globalmente, podemos concluir de los resultados obtenidos que la posibilidad de realizar un contrato a plazo con una cooperativa o sociedad de agricultores podría parecer una estrategia de gestión de riesgo interesante.

Desde el punto de vista de la cooperativa, llegaríamos a las conclusiones siguientes:

- El recargo que podría cargar la cooperativa al agricultor depende de la información disponible de los riesgos reales de los precios. El empleo de una serie corta de años podría dar lugar a grandes errores en el cálculo del recargo medio anual. Igualmente, sería necesario un período largo de años de funcionamiento del contrato a plazo, para que se llegue a un promedio adecuado de las pérdidas, y ganancias, y se evitasen las irregularidades derivadas de garantizar un precio medio a lo largo de unos pocos años. Esta dificultad práctica hace que no se pueda establecer con exactitud a priori el recargo, sino que deberá establecerse de forma aproximada e irse ajustando con el tiempo a los resultados que tenga la cooperativa.
- Recurrir a la constitución de un fondo de autoseguro y a la solicitud de préstamos de entidades financieras sería preferible para la cooperativa a negociar contratos de futuros de patata en el mercado de futuros de Amsterdam.
- Los resultados medios de la estrategia de acudir al mercado de futuros son extremadamente sensibles al número de años o de datos de que se disponga. Esto implica que es una alternativa arriesgada y que para evaluar los resultados medios haría falta una serie larga de años.

Y desde el punto de vista del agricultor, cabría concluir que:

- Sólo en el caso de máxima aversión al riesgo y en algunas provincias elegiría el agricultor negociar en el mercado de futuros.
- Si el mercado de futuros fuese insesgado, su capacidad de reducción del riesgo sí compensaría sus costes en gran número de casos.
- El contrato a plazo sería acogido por todos los agricultores con una aversión al riesgo media-alta.

En conclusión, el mercado de futuros de Ámsterdam no ofrece posibilidades claras de reducción del riesgo a las cooperativas de patata de media estación y tardía que celebrasen contratos de compra a plazo con sus socios, a un coste razonable.

8.2.2. Conclusiones sobre la elección de instrumentos de gestión del riesgo

Hemos contemplado la posibilidad de que los agricultores pudiesen operar en el mercado de futuros, contratar un seguros de rentas que ofreciese una garantía de precios, y contratar la venta a plazo de su cosecha a un precio fijo. A partir de la aplicación de las condiciones que definen la elección óptima a los parámetros reales de estos instrumentos, podemos concluir que:

- El agricultor averso al riesgo preferiría acudir al mercado de futuros antes que comprar el seguro si éste no estuviese subvencionado.
- Sólo en el caso de máxima aversión al riesgo y en algunas provincias elegiría el agricultor negociar directamente en el mercado de futuros.
- El seguro subvencionado es siempre preferido a los futuros
- El sistema de contrato a plazo de la cooperativa será inequívocamente el instrumento preferido por el agricultor averso al riesgo siempre que no exista subvención al seguro, sea éste un seguro individual o basado en un índice.
- Aún con la subvención al seguro, suscribirlo puede no ser la estrategia óptima, frente al contrato a plazo.
- En el caso anterior, una mayor aversión al riesgo hace que aumente la demanda del contrato a plazo en detrimento del seguro subvencionado.
- Existen diferencias significativas entre provincias. Si existe subvención, se verifica una acogida al seguro en las provincias en que ha habido acogida al mismo en el año 2003, lo cual concuerda con la realidad.

En conclusión, la subvención al seguro determina decisivamente la elección óptima entre él y otros instrumentos alternativos. De no existir subvención, el seguro no tendría demanda, el mercado de futuros podría tener interés en algunos casos, y sin duda, el contrato a plazo se mostraría como el instrumento preferido.

8.2.3. Conclusiones derivadas de las simulaciones Monte Carlo

El objetivo de realizar simulaciones ha sido obtener una visión un poco más matizada de los resultados teóricos y numéricos. Las simulaciones nos llevan a una serie de conclusiones de interés teórico y metodológico:

- Se verifica que cuanto mayor es la aversión al riesgo asumida, las elecciones óptimas resultan en una menor dispersión de los resultados y menor beneficio esperado. También se observa que cuanto mayor es la posibilidad de elección de instrumentos, el equivalente cierto resultante para el agricultor es mayor. De todo ello se deduce que los resultados teóricos del problema de optimización son coherentes con la teoría económica.
- En los casos en que los resultados de la elección óptima no son valores extremos, estos pueden diferir según la metodología de optimización y de simulación empleada. Estas diferencias de resultados pueden deberse al empleo de distintos tipos de aversión al riesgo, así como a diferencias en las características de la distribución de las variables.

Desde el punto de vista empírico, en las optimizaciones de la simulación Monte Carlo hemos podido ratificar, en más medida si cabe, las diferencias de elecciones óptimas existentes entre provincias, siendo preferido el seguro en algunos casos frente al contrato a plazo.

8.3. Implicaciones para la política agraria

No por concisas y acotadas, las conclusiones de esta tesis son carentes de interés para el diseño y la reflexión sobre las políticas agrarias. De la literatura sobre el impacto de las subvenciones a las primas de los seguros agrarios, en sectores fuertemente intervenidos por otras políticas, no se pueden entresacar resultados muy concluyentes. En nuestro caso, único en el que se analiza el impacto de las subvenciones sobre seguros de productos cuyos mercados no tienen intervención, se ha demostrado que subvencionar las primas tiene una importancia decisiva. Ello es así porque distorsiona por completo la ordenación en términos de coste-eficacia de otros instrumentos de gestión de riesgos de mercados.

De ello no se puede deducir, porque la realidad lo desmiente categóricamente, que en ausencia de subvenciones al seguro de rentas observaríamos en productores y cooperativas una búsqueda activa por desarrollar otras formas innovadoras de protegerse contra el riesgo de precios. Las fórmulas más empleadas por los productores de productos no intervenidos ni regulados, como es el caso de la patata, suelen incluir generalmente estrategias de gestión del riesgo como son la diversificación de la producción o de las rentas, la comercialización por medio de cooperativas o la venta bajo contrato a la industria. En el caso excepcional de la patata también hay que mencionar el Fondo de Álava. Sin embargo, podríamos aventurar que, si no existiesen las subvenciones, podrían existir incentivos para el desarrollo nuevas fórmulas de gestión del riesgo, siempre que se diesen algunas condiciones previas.

Entre las condiciones previas que deberían darse para el desarrollo de estrategias innovadoras, que aquí se plantean en un tono más especulativo que concluyente, destacaríamos:

- La existencia de mercados en origen más transparentes, fiables, representativos y cointegrados. Ello daría pie a evaluaciones de los riesgos

básicos, varianzas y covarianzas mucho más precisas, y por tanto, una mayor fiabilidad de los estudios de análisis de riesgo

- La formación de cooperativas de mayor dimensión, capacidad técnica y organizativa, de manera que se reduzcan los costes fijos unitarios asociados a cualquier estrategia de gestión de riesgos.

En este sentido, las Administraciones Públicas prestarían un valioso servicio si la información de los mercados de patata estuviese disponible en tiempo real de un modo accesible por todos los operadores. Si en la página web del Ministerio de Agricultura de Francia se actualizan datos diarios de más de 40 mercados de patata, diferenciados por la localización geográfica, la variedad, el nivel de procesado, etc, en España sólo se hace público un precio testigo en origen. Destacamos aquí la información como un valioso bien público, imprescindible para realizar una eficiente gestión de los riesgos de mercado.

Pues bien, la subvención al seguro podría desestimular otros intentos de desarrollar estrategias de gestión del riesgo de mercado en el futuro. Por ello, la política de seguros debería, tal vez, acompañarse de un intenso esfuerzo en formación destinado a los gerentes de las cooperativas, y aquellos productores con una dimensión suficiente, al objeto de que se familiaricen con las características del seguro y otros instrumentos alternativos. La subvención al seguro puede servir de acicate para que, en su comprensión y valoración, los potenciales suscriptores comprendan mejor qué es el riesgo de precios, cómo puede analizarse y qué estrategias son apropiadas para gestionarlo.

No podemos cerrar este epígrafe sin hacer alguna reflexión sobre la necesidad de ordenar mejor el sector de la patata. Se trata de un sector que en la Unión Europea UE-15 tiene una dimensión de unos 30 millones de toneladas, pero con los diez nuevos Estados Miembros se situará en unos 50-55 millones de T (a 0,1 €/kg, esto supone 5000 millones de euros de valor bruto en origen). Es difícil anticipar si la inestabilidad de precios que un mercado integrado de esta dimensión puede provocar será más o menos acentuada que antes de la ampliación. Lo que es indudable es que, siendo un

sector que en la UE cuenta con dos mercados de futuros (Ámsterdam y Hannover), en el que existe un gran nivel de estandarización en cuanto a calidades y calibres, y en el que operan gigantescas compañías comercializadoras, la inestabilidad de precios es y ha sido en la UE muy notable. La producción española equivale al 6% de la de la UE-25, por lo que poco liderazgo puede ejercer nuestro país para promover iniciativas en este sector.

En conclusión, pensamos que la política agraria debería ayudar a promover en el sector:

- Información y transparencia de precios
- Formación sobre gestión de riesgos
- Tecnologías de procesado, transporte y márketing

8.4 Futuras líneas de investigación

Ya se ha dicho que esta tesis ha suscitado muchas preguntas y cuestiones que no se han podido tratar en profundidad. Obligado es no cerrarla sin antes mencionar algunas ideas que sin duda merecen mayores esfuerzos y tal vez el interés de otros investigadores.

Desde el punto de vista metodológico, sería interesante comprobar la significatividad de la diferencia entre el empleo de las distintas formulaciones de las preferencias ante el riesgo en la optimización media-varianza (en particular, la diferencia de la aversión absoluta constante CARA empleada, y la aversión absoluta decreciente DARA). Esto podría calcularse de forma analítica. En caso contrario, podría ser interesante la obtención de resultados empíricos a partir de los cuales pudiésemos determinar la sensibilidad de la elección óptima con respecto a la aversión al riesgo, y de ésta con respecto al nivel de riqueza, lo cual permitiría conocer el error que se comete al emplear uno u otro supuesto de preferencias ante el riesgo.

Otra limitación del análisis teórico del problema de elección de instrumentos que se podría tratar de subsanar es que se limite únicamente a los riesgos de precios. Sería enriquecedor estudiar el problema teniendo en cuenta tanto la variabilidad de los precios como la de los rendimientos y sus correlaciones. Esto, además de proporcionarnos un resultado más correcto o ajustado, permitiría hacerlo extensivo a cultivos con altos riesgos de rendimientos, así como a producciones cuyos precios tuviesen una importante correlación con los rendimientos.

En lo referente a la aplicación empírica, hay numerosas mejoras posibles y nuevos campos de interés. Desde el punto de vista metodológico, sería muy deseable trabajar con series de tiempo más largas, particularmente en el caso del mercado de futuros, para verificar cómo se modificarían las estrategias óptimas. También se podría profundizar en el análisis econométrico de las series de precios, estudiando con mayor detalle cuestiones como estacionalidad, volatilidad y tendencias.

Sin duda un tema de gran importancia en lo referente a la aplicabilidad real de la realización de un contrato a plazo por parte de las cooperativas sería el estudio desde el punto de vista fiscal y legal de las implicaciones derivadas de la asunción del riesgo por las mismas. Habría que analizar hasta qué punto puede una cooperativa asumir riesgos, su posibilidad de endeudarse, qué responsabilidades se derivarían de su contratación en mercados de derivados europeos, etc.

Y, por supuesto, también podría ampliarse el estudio analizando otras variedades y mercados, teniendo en cuenta aspectos de calidad, etc. Además de otras variedades de patata de media estación y tardía, tiene importancia en España la patata temprana para exportación o la patata de siembra, cuyos riesgos de mercado son distintos de los aquí estudiados. Igualmente, todo el análisis puede tener gran interés para su aplicación a otros productos que estén en condiciones semejantes de desregularización del mercado, como podrían ser frutas, hortalizas, o incluso el sector porcino o avícola.

Bibliografía

Alaejos, A. y J. A. Cañas (1992). "Obtención de planes de cultivo eficientes en el sentido de Markowitz en la provincia de Córdoba." *Investigaciones Económicas* 16 (2): 281-298.

Alonso Sebastián, R. y J. E. R. Barrio (1983). "Una Adaptación del Modelo de Sharpe a la Evaluación del Riesgo de los Cultivos." *Revista de Estudios Agrosociales* 124: 21-47.

Anderson, J. R. (2003). "Risk in Rural Development: Challenges for Managers and Policy Makers." *Agricultural Systems* 75: 161-197.

Anderson, J. R. y P. B. R. Hazell (1997). "Risk Considerations in Agricultural Policy-Making". Huirne R.B.M., Hardaker J.B., Dijkhuizen, A.A. (Eds.). *Risk Management Strategies in Agriculture: State of the Art and Future Perspectives*: pp. 273-284. EUNITA AIR3-CT-1654. Mansholt Institute, Wageningen, The Netherlands.

Anderson, R. y J. P. Danthine (1983). "Hedger Diversity in Futures Markets." *Economic Journal* 93: 370-389.

Antle, J. M. (1987). "Econometric Estimation of Producers' Risk Attitudes." *American Journal of Agricultural Economics* 69: 509-22.

Appelbaum, E. y A. Ullah (1997). "Estimation of moments and production decisions under uncertainty." *Review of Economics and Statistics* 79: 631-637.

Arias, P. (1999). "La Patata. Un análisis del precio y de la producción a través de series temporales." *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales* 14 (1-2): 273-296.

Arrow, K. J. (1965). *Aspects of the Theory of Risk Bearing*. Johnsonin Saatie, Helsinki, Finland.

Arrow, K. J. (1971). *Essays in the Theory of Risk Bearing*. North Holland, Amsterdam.

Babcock, B. A., J. A. Chalfant y R. N. Collender (1987). "Simultaneous Input Demands and Land Allocation in Agricultural production Under Uncertainty." *Western Journal of Agricultural Economics* 12: 207-15.

Babcock, B. A. y D. A. Hennessy (1996). "Input Demand under Yield and Revenue Insurance." *American Journal of Agricultural Economics* 78: 416-427.

Baquet, A., R. Hambleton y D. Jose (1997). *Understanding Agricultural Risks: Production, Marketing, Financial, Legal and Human Resources*. Risk Management Agency, U.S. Department of Agriculture.

Bardsley, P., A. Abey y S. Davenport (1984). "The Economics of Insuring Crops Against Drought." *Australian Journal of Agricultural Economics* 28 (1): 1-14.

Benninga, S., R. Eldor y I. Zilcha (1983). "Optimal Hedging in the Futures Market under Price Uncertainty." *Economics Letters* 13: 141-145.

Berck, P. (1981). "Portfolio theory and the Demand for Futures: The Case of California Cotton." *American Journal of Agricultural Economics* 63: 466-474.

Bielza, M. (2002). "Fondo de Compensación de la Patata de Álava." *Vida Rural* 158: 52-54.

Bielza, M., A. Garrido y J. M. Sumpsi (2004). "Revenue Insurance as an Income Stabilisation Policy: An Application to the Spanish Olive Oil Sector." *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales* (en prensa).

Binswanger, H. P. (1980). "Attitudes Toward Risk: Experimental Measurement in Rural India." *American Journal of Agricultural Economics* 62: 395-407.

Binswanger, H. P. (1981). "Attitudes Toward Risk: Theoretical Implications of an Experiment in Rural India." *Economic Journal* 91: 867-90.

Biswas, T. (1997). *Decision-making under Uncertainty*. St. Martin's Press, New York.

Burgaz Moreno, F. y M. M. Pérez-Morales (1996). *1902-1992 Noventa Años de Seguros Agrarios en España*. MAPA. España.

Buschena, D. E. (2003). "Expected Utility Violations: Implications for Agricultural and Natural Resource Economics." *American Journal of Agricultural Economics* 85 (5): 1242-1248.

Buschena, D. E. y D. Zilberman (2000). "Generalized Expected Utility, Heteroscedastic Error, and Path Dependency in Risky Choice." *Journal of Risk and Uncertainty* 20: 67-88.

Calatrava Leyva, J. (2002). *Los Mercados de Agua en la Agricultura y el Riesgo Económico: Una Aplicación en el Valle del Gaudalquivir*. Tesis Doctoral. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Caldentey, P. y A. C. Gómez Muñoz (1993). *Economía de los Mercados Agrarios*. Ed. Mundi-Prensa. España.

Carter, C. A. (1999). "Commodity Futures Markets: A Survey." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 43 (2): 209-47.

Chavas, J.-P. y M. T. Holt (1990). "Acreage decisions under risk: The case of corn and soybeans." *American Journal of Agricultural Economics* 72: 529-38.

Chavas, J. P. y R. D. Pope (1982). "Hedging and Production Decisions Under a Linear Mean-Variance Preference Function." *Western Journal of Agricultural Economics* 7: 99-110.

Clarke, R. G. (1992). *Options and Futures: A Tutorial*. The Research Foundation of the Institute of Chartered Financial Analysts.

Coble, K. H., R. G. Heifner y M. Zuniga (2000). "Implications of Crop Yield and Revenue Insurance for Producer Hedging." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 25 (2): 432-452.

Coble, K. H., J. C. Miller, B. J. Barnett y T. O. Knight (2000). "A Investigation into the Potential for Multi-crop Revenue Insurance Product to Serve the need of Mississippi Crop Producers." *Submitted for publication as MAFES Bulletin, March 10, 2000*.

Collins, R. A. y P. J. Barry (1986). "Risk analysis with single-index portfolio models: An application to farm planning." *American Journal of Agricultural Economics* 68: 152-61.

Compés López, R., J. M. García Álvarez-Coque y V. Martínez Gómez (2001). "Viabilidad de los Seguros de Ingresos en la Agricultura Española: El Fondo de la Patata de Alava." *IV Congreso AEEA: Pamplona 2.001*.

Coyle, B. T. (1999). "Risk Aversion and Yield Uncertainty in Duality Models of Production: A Mean-Variance Approach." *American Journal of Agricultural Economics* 81: 553-567.

Davison, A. C. y D. V. Hinkley (1997). *Bootstrap methods and their application*. Cambridge series in statistical and probabilistic mathematics. Cambridge University Press.

Daykin, C. D., T. Pentikäinen y E. Pesonen (1994). *Practical Risk Theory for Actuaries*. Chapman & Hall, London.

Eguidazu, F. (1978). *Mercados de futuros (Commodities)*. ICE / libros 5. Serie: Comercio exterior. Información Comercial Española. Secretaría General Técnica del Ministerio de Comercio y Turismo. España.

European Commission (2001). *Risk Management Tools for EU Agriculture (with a special focus on insurance)*. Working Document. Agriculture Directorate-General.

Falder Huerta, A. (1998). *El modelo cooperativo como respuesta a la problemática del sector de la patata en España*. Tesis Doctoral. Dpto. Economía y CC SS Agrarias. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

Fleisher, B. (1990). *Agricultural Risk Management*. Lynne Rienner Publishers, Inc., Boulder and London.

Frechette, D. L. (2000). "The Demand for Hedging and the Value of Hedging Opportunities." *American Journal of Agricultural Economics* 82 (4): 897-907.

Freund, R. J. (1956). "The introduction of risk into a programming model." *Econométrica* 24: 253-63.

García, P., B. Adam y R. Hauser (1994). "The use of mean-variance for commodity futures and options hedging decisions." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 19 (1): 32-45.

Gardner, B. L. (1992). "Changing Economic Perspectives on the Farm Problem." *Journal of Economic Literature* 30 (1): 62-101.

Gold, G. (1975). *Modern Commodity Futures Trading*. 7° Ed. Commodity Research Bureau, New York.

Gollier, C. (1996). "Optimum Insurance of Approximate Losses." *Journal of Risk and Insurance* 63: 369-80.

Goodwin, B. (2003). "Does Risk Matter? Discussion." *American Journal of Agricultural Economics* 85 (5): 1257-1258.

Goodwin, B. K. (2001). "Problems with market insurance in agriculture." *American Journal of Agricultural Economics* 83 (3): 643-649.

Goodwin, B. K. y V. H. Smith (1996). *The Economics of Crop Insurance and Disaster Relief*. The American Enterprise Institute Press, Washington D.C.

Goodwin, B. K. y V.H. Smith (1995). *The Economics of Crop Insurance and Disaster Aid*. American Enterprise Institute Press, Washington D.C.

Gould, B. G. (1976). *Bruce Gould's commodity trading manual*. Bruce Gould publications, Seattle.

Grandal, M. D. (1986). *Mecanismos de Formación de Expectativas en Mercados con Retardo Fijo de Oferta: el Mercado de Patata en España*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense. Madrid.

Grant, D. (1989). "Optimal Futures Positions for Corn and Soybean Growers Facing Price and Yield Risk". Technical Bulletin TB-1751. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture.

Guinvarc'h, M. V. (2003). *Modélisation des risques de l'entreprise agricole pour une conception d'assurance revenu. Application à l'éleveur de porcs*. Tesis doctoral. Université de Bretagne Occidentale.

- Hall, D. C., T. O. Knight, K. H. Coble, A. E. Baquet y G. F. Patrick (2003). "Analysis of Beef Producers' Risk Management for Further Risk Management Education." *Review of Agricultural Economics* 25 (2): 430-448.
- Hamal, K. B. y J. R. Anderson (1982). "A Note on Decreasing Absolute Risk Aversion Among Farmers in Nepal." *Australian Journal of Agricultural Economics* 26: 220-25.
- Hammersley, J. M. y D. C. Handscomb (1965). *Monte Carlo Methods*. Wiley, New York.
- Hardaker, J. B., R. B. M. Huirne y J. R. Anderson (1997). *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Wallingford, UK.
- Harrington, S. E. y G. R. Niehaus (1999). *Risk Management and Insurance*. Irwin / McGraw-Hill, USA.
- Harvey, A. (1990). *The Econometric Analysis of Time Series*. The MIT Press, Cambridge MA.
- Harwood, J., R. Heifner, K. Coble, J. Perry y A. Somwaru (1999). "Managing Risk in Farming: Concepts, Research, and Analysis". *Agricultural Economic Report* 774. U. S. Department of Agriculture, Washington D.C.
- Helmberger, P. G. y J.-P. Chavas (1996). *The Economics of Agricultural Prices*. Ed. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Hennessy, D. A., B. A. Babcock y D. J. Hayes. (1997). "Budgetary and Producer Welfare Effects of Revenue Insurance." *American Journal of Agricultural Economics* 79: 1024-1034.
- Hieronimus, T. A. (1978). *Economics of Futures Trading for Commercial and Personal Profit*. 2º ed. Commodity Research Bureau, New York.
- Hirshleifer, D. (1988). "Risk, Futures Pricing, and the Organization of Production in Commodity Markets." *Journal of Political Economy* 96: 1206-1220.
- Hull, J. C. (1996). *Introducción a los mercados de Futuros y Opciones*. Prentice Hall. Segunda Edición.
- Iman, R. L., J. M. Davenport y D. K. Zeigler (1980). *Latin Hypercube Sampling (A Program User's Guide)*. Technical Report SAND79-1473, Sandia Laboratories, Albuquerque.
- Innes, R. (2003). "Crop Insurance in a Political Economy: An Alternative Perspective on Agricultural Policy." *American Journal of Agricultural Economics* 85 (2): 318-335.
- Juliá Igual, J. F. (1992). *Fiscalidad de las Cooperativas*. Ed. Pirámide, Madrid.

Just, R. E., L. Calvin y J. Quiggin (1999). "Adverse Selection in Crop Insurance: Actuarial and Asymmetric Information Incentives." *American Journal of Agricultural Economics* 81: 834-49.

Just, R. E. y R. D. Pope (1978). "Stochastic Specification of Production Functions and Economic Implications." *Journal of Econometrics* 7: 67-86.

Just, R. E. y R. D. Pope (1979). "Production Function Estimation and Related Risk Considerations." *American Journal of Agricultural Economics* 61: 276-84.

Just, R. E. y R. D. Pope (2002). "The Agricultural Producer: Theory and Statistical Measurement". B. Gardner and G.C. Rausser (Eds). *Handbook of Agricultural Economics*: pp. 629-741. Elsevier - North-Holland, New York.

Just, R. E. y R. D. Pope (2003). "Agricultural Risk Analysis: Adequacy of Models, Data and Issues." *American Journal of Agricultural Economics* 85 (5): 1249-1256.

Kahl, K. H. (1983). "Determination of the Recommended Hedging Ratio." *American Journal of Agricultural Economics* 65 (1983): 603-605.

Kaufman, P. J. (1984). *Handbook of futures markets*. John Wiley & Sons.

Kemp, T. E. (1996). *Hybrid Cash Grain Contracts: Assessing, Managing, and Controlling Risk*. A White Paper by the Risk Evaluation Task Force on Hybrid Cash Contracts, National Grain and Feed Association, Washington DC.

Lambert, D. K. y B. A. McCarl (1985). "Risk modeling using direct solution of nonlinear approximation of the utility function." *American Journal of Agricultural Economics* 67: 846-52.

Lapan, H. y G. Moschini (1994). "Futures Hedging Under Price, Basis, and Production Risk." *American Journal of Agricultural Economics* 76: 465-477.

Lapan, H., G. Moschini y S. D. Hanson (1991). "Production, Hedging and Speculative Decisions with Options and Futures Markets." *American Journal of Agricultural Economics* 73: 66-74.

Lin, W., G. Dean y C. Moore (1974). "An empirical test of utility vs. profit maximization in agricultural production." *American Journal of Agricultural Economics* 56: 497-508.

Little, I. M. D. y J. A. Mirrlees (1974). *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*. Heinemann, London.

Lluis y Navas, J. (1976). "La evolucion de las directrices fundamentales de la legislacion cooperativa española (1931-1975)." *Estudios cooperativos* (39): 3-40.

Love, H. A. y S. T. Buccola (1991). "Joint Risk Preference-Technology Estimation with a Primal System." *American Journal of Agricultural Economics* 73: 765-74.

Machina, M. J. (1987). "Choice under Uncertainty: Problems Solved and Unsolved." *Journal of Economic Perspectives*: 121-154.

Mahul, O. (1999). "Optimum Area Yield Crop Insurance." *American Journal of Agricultural Economics* 81: 75-82.

Mahul, O. (2002). "Hedging Price Risk in the Presence of Crop Yield and Revenue Insurance". Paper presented at the X Congress of the European Association of Agricultural Economists, Zaragoza.

Mahul, O. (2003). "Hedging with Individual and Index-based Contracts". Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada, July 27-30, 2003.

Markowitz, H. M. (1952). "Portfolio Selection." *Journal of Finance* 7: 77-91.

Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment*. John Wiley & Sons, New York.

McCarl, B. A. y T. H. Spreen (1997). *Applied Mathematical Programming Using Algebraic Systems*. www.ageco.tamu.edu/faculty/mccarl/mccspr/new14.pdf.

McKinnon, R. I. (1967). "Futures Markets, Buffer Stocks, and Income Stability for Primary Producers." *Journal of Political Economy* 6: 844-61.

Meuwissen, M. P. M. (2000). *Insurance as a risk management tool for European agriculture*. PhD.-Thesis Wageningen University, The Netherlands. February 2000.

Meuwissen, M. P. M., J. B. Hardaker, J. R. Skees, J. R. Black y R. B. M. Huirne (2000). "Conceptual Considerations in Developing an Income Insurance for European Farmers". Submitted to the *Journal of Agricultural Economics*.

Meuwissen, M. P. M., R. B. M. Huirne y J. B. Hardaker (1999). "Income insurance in European agriculture". in *European Economy* 2. European Commission. Directorate-general for economic and financial affairs. Reports and Studies.

Meyer, J. (1987). "Two-moment decision models and expected utility maximization." *American Economic Review* 77: 421-430.

Millán Gómez, M. D. y J. A. Millán Gómez (1997). "El modelo de Sharpe en la planificación agraria: Una revisión crítica." *Economía Agraria*.

Miller, S. E. y K. H. Kahl (1989). "Performance of Estimated Hedging Ratios Under Yield Uncertainty." *Journal of Futures Markets* 9: 307-319.

- Miranda, M. J. (1991). "Area-yield crop insurance reconsidered." *American Journal of Agricultural Economics* 73 (2): 233-242.
- Montero García, A. (2000). *Aspectos Económicos de las Cooperativas Agrarias*. 3ª ed. MAPA, Madrid.
- Moschini, G. y D. A. Hennessy (2000). "Uncertainty, Risk Aversion and Risk Management for Agricultural Producers". Bruce Gardner and Gordon Rausser (Eds.) *Handbook of Agricultural Economics*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Moschini, G. y H. Lapan (1995). "The Hedging Role of Options and Futures Under Joint Price, Basis and Production Risk." *International Economic Review* 36: 1025-49.
- Musser, W. N. y G. F. Patrick (2002). "How much does risk really matter to farmers?" Just & Pope (Eds). *A Comprehensive Assessment of the Role of Risk in U.S. Agriculture*: pp. 537-556. Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Myers, R. J. (1989). "Econometric Testing for Risk Averse Behavior in Agriculture." *Applied Economics* 21: 541-52.
- Nelson, C. H. y P. Preckel (1989). "The Conditional Beta Distribution as a Stochastic Production Function." *American Journal of Agricultural Economics* 71: 370-78.
- Newbery, D. M. y J. E. Stiglitz (1981). *The Theory of Commodity Price Stabilization*. Clarendon Press, Oxford.
- Nicholson, W. (1997). *Teoría Microeconómica: Principios básicos y aplicaciones*. McGraw-Hill, Madrid.
- OECD (2001). "Market Effects of Crop Support Measures." *Agriculture and Food Organisation for Economic Co-operation and Development*.
- Palisade (2002). *@RISK Version 4.5. Users Guide, Risk Analysis and Simulation Add-in for Excel*. Palisade Corporation, 31 Decker Rd, Newfield, NY 14867,(www.palisade.com).
- Paz Canalejo, N. (2002). *La Sociedad Cooperativa ante el Reto de los Mercados Actuales*. Informes y Estudios. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid.
- Peck, A. E. (1975). "Hedging and Income Stability: Concepts, Implications, and an Example." *American Journal of Agricultural Economics* 57: 410-19.
- Plato, G. E. (1988). "Effectiveness of Futures and Options in Reducing Farm Revenue Risk". Bruce Wright (Ed.) *Options, Futures and Agricultural Commodity Programs: Symposium Proceedings*: pp. 84-93. Staff Report AGES-870911. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- Pope, R. D. (1988). "A New Parametric Test for the Structure of Risk Preferences." *Econ. Letters* 27: 117-21.

Pope, R. D. y R. E. Just. (1991). "On Testing the Structure of Risk Preferences in Agricultural Supply Analysis." *American Journal of Agricultural Economics* 73: 743-48.

Purcell, W. D. y S. R. Koontz (1999). *Agricultural Futures and Options: Principles and Strategies*. Second Edition. Prentice Hall, New York.

Rincón García, Á. (2004). *Análisis de los márgenes comerciales de la patata de media estación y tardía*. Trabajo Fin de Carrera. Dpto. Economía y CCSS Agrarias. ETSIA - UPM.

Rinehimer, D. (1984). *Handbook of Futures Trading*. John Wiley & Sons, New York.

Robison, L. J. y P. J. Barry (1977). "Portfolio Adjustments- An Application to Rural Banking." *American Journal of Agricultural Economics* 59: 311-20.

Robison, L. J. y P.J. Barry (1987). *The Competitive Firm's Response to Risk*. Macmillan, New York.

Rolfo, J. (1980). "Optimal Hedging under Price and Quantity Uncertainty: The Case of a Cocoa Producer." *Journal of Political Economy* 88: 100-116.

Romero, C. (1976). "Una aplicación del modelo de Markowitz a la selección de planes de cultivos óptimos de variedades de manzano en la provincia de Lérida." *Revista de Estudios Agrosociales* 97: 61-80.

Rubinstein, R. Y. (1981). *Simulation and the Monte Carlo Method*. John Wiley & Sons, New York.

Saha, A., C. R. Shumway y H. Talpaz (1994). "Joint Estimation of Risk Preference Structure and Technology Using Expo-Power Utility." *American Journal of Agricultural Economics* 76: 173-184.

Sandor, R. L., A. Berg y J. B. Cole (1994). "Crop Yield Futures and Options Contracts: A Proposal for Market Architecture". Paper presented at the *American Agricultural Economics Association Preconference*, San Diego CA.

Sanz Jarque, J. J. (1994). *Cooperación. Teoría general y régimen de las Sociedades Cooperativas. El nuevo Derecho cooperativo*. Ed. Comares.

Sarris, A. H. (2000). "World Cereal Price Instability and a Market Based Instrument for LDC Food Import Risk Management." *Food Policy* 25: 189-209.

Serrano, A. (1987). "El Riesgo y la Efectividad de los Cultivos Españoles en Secano." *Investigación Agraria: Economía* 2 (2): 127-145.

Sharpe, W. F. (1963). "A simplified model for portfolio analysis." *Management Science* 2: 277-293.

Sharpe, W. F. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under conditions of Risk." *Journal of Finance* 19: 425-42.

Shultz, T. W. (1945). *Agriculture in an Unstable Economy*. McGraw-Hill, New York.

Simón, J. (1993). *Mercados de Futuros: Commodities y Coberturas*. Editorial Agrícola Española, S.A.

Skees, J. R. (1999). "Opportunities for Improved Efficiency in Risk-Sharing Using Capital Markets." *American Journal of Agricultural Economics* 81 (5): 1228-1233.

Skokai, P. (2002). "Non-price effects of the CAP arable crop regime: Results from a FADN sample". Working Party on Agricultural Policies and Markets. Directorate for Food, Agriculture and Fisheries. Committee for Agriculture. OECD, Paris.

Stein, C. (1973). "Estimation of the Mean of a Multivariate Normal Distribution". Jaroslav Hajek (Ed.) *Proceedings of the Prague Symposium on Asymptotic Statistics*. Univ. Karlova, Prague.

Straub, E. (1988). *Non-life Insurance Mathematics*. Ed. Springer-Verlag, New York.

Sumpsi, J. M., A. Garrido, M. Bielza, L. Ambrosio y L. Iglesias (2001). *Viabilidad económica y financiera de un seguro de ingresos agrarios en España*. Estudio realizado para ENESA (M.A.P.A.). Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Sumpsi, J. M., A. Garrido, M. Bielza, L. Ambrosio y L. Iglesias (2002). *Estudio de un seguro de rentas para la patata*. Estudio realizado para ENESA (Entidad Estatal de Seguros Agrarios, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Teweles, R. H., C. V. Harlow y H. L. Stone (1974). *The commodity future game, who wins? who loses? why?* 2º Ed. McGraw-Hill, New York.

Tomek, W. G. y K. L. Robinson (1972). *Agricultural Product Prices*. Cornell University Press.

Turvey, C. G. (1992). "Contingent Claim Pricing Models Implied by Agricultural Stabilization and Insurance Policies." *Canadian Journal of Agricultural Economics* 40: 183-98.

Turvey, C. G. (2001). "Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture." *Review of Agricultural Economics* 23 (2): 333-351.

Vega Jiménez, J. J. (2001). *Mercado de Futuros y Opciones sobre Fresón*. Tesis Doctoral. Departamento de Economía Financiera, Contabilidad y Dirección de Operaciones. Universidad de Huelva.

Vose, D. (2000). *Risk Analysis. A Quantitative Guide*. 2º Ed. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, U.K.

Vukina, T., D. Li y D. M. Holthausen (1996). "Hedging with Crop Yield Futures: A Mean-Variance Analysis." *American Journal of Agricultural Economics* 78: 1015-25.

Wang, H. H., S. D. Hanson, R. J. Myers y J. R. Black (1998). "The effects of crop yield insurance designs on farmer participation and welfare." *American Journal of Agricultural Economics* 80: 806-20.

Ward, R. W. y L. B. Fletcher (1971). "From Hedging to Pure Speculation: A Micro Model of Optimal Futures and Cash Market Positions." *American Journal of Agricultural Economics* 53: 71-78.

Wiens, T. B. (1976). "Peasant Risk Aversion and Allocative Behavior: A Quadratic Programming Experiment." *American Journal of Agricultural Economics* 58: 629-35.

Williams, J. (1986). *The economic function of futures markets*. Cambridge University Press.

Wisner, R. (1997). "Using Grain Contracts for Risk Management". *Managing Change-Managing Risk: A Primer for Agriculture*: pp. 11-14. Iowa State University, Ames.

Yassour, J., D. Zilberman y G. C. Rausser (1981). "Optimal Choices among Alternative Technologies with Stochastic Yield." *American Journal of Agricultural Economics* 63: 718-23.

Comunicaciones personales

Celemín Hernández, Esteban. Jefe de la Sección de Iniciativas Comerciales y Asociativas de la Dirección General de Industrias Agrarias de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. (Comunicación personal, 2002)

Corbalán, Juan. "Confederación de Cooperativas Agrarias de España" (Comunicación personal, 2004).

García Vesga, Emilio. Gerente de la Cooperativa Interlocal "Rioja Alta" de Sto. Domingo de la Calzada (Comunicación personal, 2002).

Anejo: Resultados de la Aplicación Empírica

A.1 Elección óptima en el caso de seguros con las subvenciones actuales y facilidad de acceso al mercado de futuros

Cuadro A7.1 Elección óptima “futuros / seguro” sin subvención (ϕ en tanto por uno)¹⁷

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valla dolid Jaerla	Valla dolid Marfona	Valla dolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_F	1061	1060	2460	2472	-6547	-6547	-6547	8039
ϕ_I	-127155	-127155	-134108	-134441	-79152	-79152	-79152	-172392
a=0.5								
ϕ_F	0.55	0.50	0.78	0.87	-1.11	-1.08	-1.08	1.85
ϕ_I	-23.84	-23.37	-24.78	-25.26	-13.96	-13.77	-13.65	-33.45
a=2								
ϕ_F	0.39	0.34	0.41	0.50	-0.13	-0.10	-0.10	0.65
ϕ_I	-4.77	-4.29	-4.66	-5.10	-2.08	-1.90	-1.78	-7.59
a=4								
ϕ_F	0.36	0.32	0.35	0.44	0.03	0.07	0.07	0.44
ϕ_I	-1.59	-1.11	-1.31	-1.74	-0.10	0.08	0.20	-3.28

Cuadro A7.2 Elección óptima “futuros / seguro” con subvención (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valla dolid Jaerla	Valla dolid Marfona	Valla dolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_F	-24796	-24796	-23755	-23755	-14582	-14582	-14582	-22083
ϕ_I	186905	186905	162116	162349	143075	143076	143076	125240
a=0.5								
ϕ_F	-4.62	-4.67	-4.46	-4.37	-2.72	-2.68	-2.69	-4.17
ϕ_I	38.97	39.45	34.47	34.09	30.49	30.67	30.79	26.08
a=2								
ϕ_F	-0.91	-0.95	-0.90	-0.81	-0.53	-0.50	-0.50	-0.86
ϕ_I	10.94	11.41	10.15	9.74	9.03	9.21	9.33	7.29
a=4								
ϕ_F	-0.29	-0.33	-0.30	-0.22	-0.17	-0.13	-0.14	-0.31
ϕ_I	6.26	6.74	6.10	5.68	5.45	5.63	5.76	4.16

¹⁷ En estos cuadros y los siguientes $a=0,0001$ es casi equivalente al caso de no aversión al riesgo (N.R.). Los valores obtenidos pueden interpretarse como si en el modelo lineal de no aversión al riesgo no hubiéramos obtenido una solución definida (infinito y menos infinito).

A.2 Elección óptima en el caso de seguros con las subvenciones actuales y contrato a plazo

Cuadro A7.3 Elección óptima “contrato a plazo / seguro sin subvención” (ϕ en tanto por uno)¹⁸

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_{FC}	28276	45346	34948	32702	15450	12055	14748	87946
ϕ_I	-208499	-273160	-234441	-224505	-147071	-141980	-151634	-316918
a=0.5								
ϕ_{FC}	6.65	10.07	7.99	7.54	4.09	3.41	3.95	18.59
ϕ_I	-41.70	-54.63	-46.89	-44.90	-29.41	-28.40	-30.33	-63.38
a=2								
ϕ_{FC}	2.41	3.27	2.75	2.64	1.77	1.60	1.74	5.40
ϕ_I	-10.42	-13.66	-11.72	-11.23	-7.35	-7.10	-7.58	-15.85
a=4								
ϕ_{FC}	1.71	2.13	1.87	1.82	1.39	1.30	1.37	3.20
ϕ_I	-5.21	-6.83	-5.86	-5.61	-3.68	-3.55	-3.79	-7.92

Cuadro A7.4 Elección óptima “contrato a plazo / seguro con subvención actual” (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_{FC}	-19614	-31746	-22841	-20300	-17989	-13345	-19519	-24227
ϕ_I	139291	185112	144676	134902	131823	123821	144432	84995
a=0.5								
ϕ_{FC}	-2.92	-5.35	-3.57	-3.06	-2.60	-1.67	-2.90	-3.85
ϕ_I	27.86	37.02	28.94	26.98	26.36	24.76	28.89	17.00
a=2								
ϕ_{FC}	0.02	-0.59	-0.14	-0.02	0.10	0.33	0.02	-0.21
ϕ_I	6.96	9.26	7.23	6.75	6.59	6.19	7.22	4.25
a=4								
ϕ_{FC}	0.51	0.21	0.43	0.49	0.55	0.67	0.51	0.39
ϕ_I	3.48	4.63	3.62	3.37	3.30	3.10	3.61	2.12

¹⁸ En estos cuadros y los siguientes $a=0,0001$ es casi equivalente al caso de no aversión al riesgo (N.R.). Los valores obtenidos pueden interpretarse como si en el modelo lineal de no aversión al riesgo no hubiéramos obtenido una solución definida (infinito y menos infinito).

A.3 Elección óptima en el caso de un contrato a plazo y un seguro individual con la transformación de Chavas y Holt (1990)

A.3.1 Resultados aplicando la transformación de Chavas y Holt (1990)

Cuadro A7.5 Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual” sin subvención (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_{FC}	24059.0	26138.3	24870.9	26242.1	14917.1	10822.2	9941.6	82006.9
ϕ_I	-62882.1	-70794.7	-68858.6	-69733.1	-49412.3	-34076.2	-36266.1	-238251
a=0.5								
ϕ_{FC}	5.81	6.23	5.97	6.25	3.98	3.16	2.99	17.40
ϕ_I	-12.58	-14.16	-13.77	-13.95	-9.88	-6.82	-7.25	-47.65
a=2								
ϕ_{FC}	2.20	2.31	2.24	2.31	1.75	1.54	1.50	5.10
ϕ_I	-3.14	-3.54	-3.44	-3.49	-2.47	-1.70	-1.81	-11.91
a=4								
ϕ_{FC}	1.60	1.65	1.62	1.66	1.37	1.27	1.25	3.05
ϕ_I	-1.57	-1.77	-1.72	-1.74	-1.24	-0.85	-0.91	-5.96

Cuadro A7.6 Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual” con subvención (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_{FC}	-17628	-19684	-17871	-17107	-21527	-15574	-20506	-22819
ϕ_I	44143	50501	45842	43703	55892	38845	50381	64431
a=0.5								
ϕ_{FC}	-2.53	-2.94	-2.57	-2.42	-3.31	-2.12	-3.10	-3.56
ϕ_I	8.83	10.10	9.17	8.74	11.18	7.77	10.08	12.89
a=2								
ϕ_{FC}	0.12	0.02	0.11	0.14	-0.08	0.22	-0.03	-0.14
ϕ_I	2.21	2.53	2.29	2.19	2.79	1.94	2.52	3.22
a=4								
ϕ_{FC}	0.56	0.51	0.55	0.57	0.46	0.61	0.49	0.43
ϕ_I	1.10	1.26	1.15	1.09	1.40	0.97	1.26	1.61

A.3.2 Resultados de la elección óptima en el caso de un contrato a plazo y un seguro individual sin la transformación de Chavas y Holt (1990)

Cuadro A7.7 Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual sin subvención” (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_{FC}	24077.8	36223.3	32131.2	27818.6	23945.0	11779.0	12776.7	279948.7
ϕ_I	-114590	-132748	-132333	-121475	-105111	-60990	-63283.3	-679481
a=0.5								
ϕ_{FC}	5.82	8.24	7.43	6.56	5.79	3.36	3.56	56.99
ϕ_I	-22.92	-26.55	-26.47	-24.30	-21.02	-12.20	-12.66	-135.90
a=2								
ϕ_{FC}	2.20	2.81	2.61	2.39	2.20	1.59	1.64	15.00
ϕ_I	-5.73	-6.64	-6.62	-6.07	-5.26	-3.05	-3.16	-33.97
a=4								
ϕ_{FC}	1.60	1.91	1.80	1.70	1.60	1.29	1.32	8.00
ϕ_I	-2.86	-3.32	-3.31	-3.04	-2.63	-1.52	-1.58	-16.99

Cuadro A7.8 Elección óptima “contrato a plazo / seguro individual con subvención”
(ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
a=0.0001								
ϕ_{FC}	-17058	-26242	-21792	-17627	-28917	-14623	-21065	-76971
ϕ_I	77714	92403	84433	74116	107543	60154	74185	185263
a=0.5								
ϕ_{FC}	-2.41	-4.25	-3.36	-2.53	-4.78	-1.92	-3.21	-14.39
ϕ_I	15.54	18.48	16.89	14.82	21.51	12.03	14.84	37.05
a=2								
ϕ_{FC}	0.15	-0.31	-0.09	0.12	-0.45	0.27	-0.05	-2.85
ϕ_I	3.89	4.62	4.22	3.71	5.38	3.01	3.71	9.26
a=4								
ϕ_{FC}	0.57	0.34	0.46	0.56	0.28	0.63	0.47	-0.92
ϕ_I	1.94	2.31	2.11	1.85	2.69	1.50	1.85	4.63

A.4 Optimización con restricciones

Puntos críticos para la subvención $S_{FC} = S_I = 0,003$:

- Si $\lambda = 0$, tenemos cuatro soluciones posibles:

➤ $\phi_{FC} = 0$ y $\phi_I = 0$

➤ $\mu_2 = 0$ y $\phi_{FC} = 0$ Obtenemos $\phi_I = \frac{N_I + S_I}{AqV_i} - \frac{Cov_{pi}}{V_i}$
(Eq. A7.1 = Eq. 4.22)

Cuadro A7.9 Punto crítico para $S_{FC} = S_I = 0,003$, $\lambda = 0$, $\phi_{FC} = 0$ (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I a=0.0001	-67579	-67578.8	-80174.2	-80579.8	38064.61	38064.94	38065.05	-88376.6
a=0.5	-10.477	-10.196	-12.901	-13.079	10.285	10.615	10.721	-15.664
a=2	-0.340	-0.058	-0.874	-0.991	4.575	4.906	5.012	-2.407
a=4	1.349	1.631	1.130	1.023	3.624	3.954	4.060	-0.198
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

➤ $\mu_1 = 0$ y $\phi_I = 0$ Obtenemos $\phi_{FC} = \frac{N_{FC} + S_{FC}}{AqV_p} + 1$
(Eq. A7.2 = Eq. 4.23)

Cuadro A7.10 Punto crítico para $S_{FC} = S_I = 0,003$, $\lambda = 0$, $\phi_I = 0$ (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC} a=0.0001	2345.3	2501.2	1617.1	2000.8	3712.6	2669.5	2090.3	5946.4
a=0.5	1.469	1.500	1.323	1.400	1.742	1.534	1.418	2.189
a=2	1.117	1.125	1.081	1.100	1.186	1.133	1.104	1.297
a=4	1.059	1.063	1.040	1.050	1.093	1.067	1.052	1.149
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

$$\mu_1 = 0 \text{ y } \mu_2 = 0.$$

Cuadro A7.11 Punto crítico para $S_{FC} = S_I = 0,003$, $\lambda = 0$ (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC} a=0.0001	20034.36	31426.15	26502	25151.01	-1252.7	-1357.4	-3616.74	69801.43
a=0.5	5.007	7.285	6.300	6.030	0.749	0.728	0.276	14.960
a=2	2.002	2.571	2.325	2.258	0.937	0.932	0.819	4.490
a=4	1.501	1.786	1.663	1.629	0.969	0.966	0.910	2.745
ϕ_I a=0.0001	-128463	-171942	-163252	-156980	41412	42140.51	49308.58	-228792
a=0.5	-25.693	-34.388	-32.650	-31.396	8.282	8.428	9.862	-45.758
a=2	-6.423	-8.597	-8.163	-7.849	2.071	2.107	2.465	-11.440
a=4	-3.212	-4.299	-4.081	-3.924	1.035	1.054	1.233	-5.720
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

• Si $\lambda > 0$, se agota la restricción: $\phi_{FC} + \phi_I = 1$. Tenemos tres soluciones posibles:

- $\phi_{FC} = 0$ y $\phi_I = 0$. Esta solución no es posible.
- $\mu_2 = 0$ y $\phi_{FC} = 0$. Obtenemos $\phi_I = 1$

Cuadro A7.12 Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda > 0$, $\phi_{FC}=0$ (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC}	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_I	1	1	1	1	1	1	1	1
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

➤ $\mu_1 = 0$ y $\phi_I = 0$. Obtenemos $\phi_{FC} = 1$

Cuadro A7.13 Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$, $\lambda > 0$, $\phi_I=0$ (ϕ en tanto por uno)

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC}	1	1	1	1	1	1	1	1
ϕ_I	0	0	0	0	0	0	0	0
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

➤ $\mu_1 = 0$ y $\mu_2 = 0$

Cuadro A7.14 Punto crítico para $S_{FC}=S_I=0,003$ y $\lambda > 0$ (ϕ en tanto por uno).

	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
ϕ_{FC} a=0.0001	7023.24	8295.06	7415.77	7845.94	2489.96	1734.22	835.27	31362.97
a=0.5	2.404	2.659	2.483	2.569	1.498	1.347	1.167	7.272
a=2	1.351	1.415	1.371	1.392	1.124	1.087	1.042	2.568
a=4	1.176	1.207	1.185	1.196	1.062	1.043	1.021	1.784
ϕ_I a=0.0001	-7022.24	-8294.06	-7414.77	-7844.94	-2488.96	-1733.22	-834.27	-31362.0
a=0.5	-1.404	-1.659	-1.483	-1.569	-0.498	-0.347	-0.167	-6.272
a=2	-0.351	-0.415	-0.371	-0.392	-0.124	-0.087	-0.042	-1.568
a=4	-0.176	-0.207	-0.185	-0.196	-0.062	-0.043	-0.021	-0.784
S_{FC} (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
λ (€)	-4806.8	-5096.3	-6987.1	-7012.2	928.7	947.6	994.5	-9299.1

Cuadro A7.15 Equivalente cierto para el punto crítico $\mu_2 = 0$ y $\phi_{FC} = 0$, $\phi_I = 1$ y $S_{FC} = S_I = 0,003$

$\phi_{FC} = 0$ $\phi_I = 100\%$	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
CE a=0.0001	469152	474437	493476	483149	470802	476940	476821	458196
(€) a=0.5	466659	472368	490693	480332	469574	475131	475339	457386
a=2	459180	466162	482344	471878	465887	469704	470892	454956
a=4	449207	457887	471213	460606	460972	462467	464963	451717

Cuadro A7.16 Equivalente cierto para el punto crítico $\mu_1 = 0$ y $\phi_I = 0$, $\phi_{FC} = 1$ y $S_{FC} = S_I = 0,003$

$\phi_{FC} = 100\%$ $\phi_I = 0$	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
CE a=0.0001	476155	481300	501730	491993	472026	478194	477316	468357
(€) a=0.5	476155	481300	501730	491993	472026	478194	477316	468357
a=2	476155	481300	501730	491993	472026	478194	477316	468357
a=4	476155	481300	501730	491993	472026	478194	477316	468357

El equivalente cierto en este caso es calculado aplicando la ecuación 4.21:

$$EC = W_0 + E_p q - C(q) + \phi_{FC} q (N_{FC} + S_{FC}) + \phi_I q (E_i - E_i - C_I + S_I) - \frac{A}{2} q^2 [V_p (1 - \phi_{FC})^2 + \phi_I^2 V_i + 2(1 - \phi_{FC}) \phi_I Cov_{pi}]$$

(Eq. A7.3 = Eq. 4.21)

A.5 Resultados de las simulaciones

Cuadro A7.17 Simulación Media-Varianza E-I: contrato a plazo / seguro sin subvenciones ($a=0,5$) (€)

a=0.5	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_i (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	469881	475507	495570	485262	468233	473746	473939	463644
ϕ_{FC1}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ϕ_{I1}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_1$	472555	477700	498130	488393	468426	474594	473716	464757
CE_1	472555	477700	498130	488393	468426	474594	473716	464757

Cuadro A7.18 Simulación Media-Varianza E-I: contrato a plazo / seguro sin subvenciones ($a=2$) (€)

a=2	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_i (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	460166	466817	484345	474044	463654	467290	468420	459458
ϕ_{FC1}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ϕ_{I1}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_1$	472555	477700	498130	488393	468426	474594	473716	464757
CE_1	472555	477700	498130	488393	468426	474594	473716	464757

Cuadro A7.19 Simulación Media-Varianza E-2: seguro subvencionado ($\alpha=0,5$) (€)

a=0.5	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	469881	475507	495570	485262	468233	473746	473939	463644
ϕ_{I2}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_2$	473119	478403	499311	489001	470462	476599	476480	465039
CE_2	469881	475507	495570	485262	469233	474790	474998	463644
GE_2	0	0	0	0	3600	3600	3600	0
EE_2	-	-	-	-	27.8%	29.0%	29.4%	-

Cuadro A7.20 Simulación Media-Varianza E-2: seguro subvencionado ($\alpha=2$) (€)

a=2	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_I (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	460166	466817	484345	474044	463654	467290	468420	459458
ϕ_{I2}	0.0%	25.9%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_2$	473119	477473	499311	489001	470462	476599	476480	465039
CE_2	460166	466857	484345	474044	465546	469363	470551	459458
GE_2	0	933	0	0	3600	3600	3600	0
EE_2	-	4.2%	-	-	52.6%	57.6%	59.2%	-

Cuadro A7.21 Simulación Media-Varianza E-3: contrato a plazo / seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($\alpha=0,5$) (€)

a=0.5	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_1 (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	469881	475507	495570	485262	468233	473746	473939	463644
ϕ_{FC3}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
ϕ_{I3}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%
$E(W)_3$	476155	481300	501730	491993	470462	476599	476480	468357
CE_3	476155	481300	501730	491993	469233	474790	474998	468357
GE_3	0	0	0	0	3600	3600	3600	0
EE_3	-	-	-	-	27.8%	29.0%	29.4%	-

Cuadro A7.22 Simulación Media-Varianza E-3: contrato a plazo / seguro donde únicamente se subvenciona el seguro ($\alpha=2$) (€)

a=2	Burgos Marfona	Burgos Desirée	León RedPontiac	León Baraka	Valladolid Jaerla	Valladolid Marfona	Valladolid Desirée	La Rioja Tardía
S_1 (€/kg)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
ϕ_{FC0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ϕ_{I0}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
$E(W)_0$	473119	478403	499311	489001	469760	475898	475778	465039
CE_0	460166	466817	484345	474044	463654	467290	468420	459458
ϕ_{FC3}	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	79.3%	86.1%	76.7%	100.0%
ϕ_{I3}	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	20.7%	13.9%	23.3%	0.0%
$E(W)_3$	472555	477700	498130	488393	468847	474872	474360	464757
CE_3	472555	477700	498130	488393	468637	474733	474038	464757
GE_3	0	0	0	0	746	499	839	0
EE_3	-	-	-	-	668.3%	1492.6%	669.3%	-
EE_{seg}	-	-	-	-	54.6%	52.6%	67.1%	-

